

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ  
MathSyst – Mathématiques et systèmes

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET  
ORGANISMES :

Mines Paris – université Paris Sciences & Lettres –  
Mines Paris-PSL

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2023-2024**  
VAGUE D

Rapport publié le 22/03/2024



Au nom du comité d'experts :

Thierry Marie Guerra, 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. Thierry Marie Guerra, Université Polytechnique Hauts-de-France, Valenciennes

M. Olivier Beaumont, Inria, Talence

M. Paul Checchin, Université Clermont-Auvergne, Aubière

M. Kacem Chehdi, Université de Rennes, Lannion (représentant du CNU)

### **Experts :**

M. Denis Creusot, CNRS, Nantes (Personnel d'appui à la recherche)

Mme Melika Hinaje, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy

Mme Marie Jose Huguet, INSA Toulouse

M. Franck Plestan, École Centrale de Nantes (représentant du CoNRS)

## REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Antoine Ferreira

## REPRÉSENTANT DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

M. Yannick Vimont, Mines Paris-PSL

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Mathématiques et Systèmes
- Acronyme : Math&Syst
- Label et numéro : UR
- Nombre d'équipes : 5
- Composition de l'équipe de direction : M. Jesus Angulo (directeur)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

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

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'unité mathématiques et systèmes (Math&Syst) de Mines Paris-PSL est constituée par les centres qui sont rattachés au département d'enseignement-recherche mathématiques et systèmes de Mines Paris-PSL, à l'exception du centre de bio-informatique (CBIO).

Ses activités scientifiques s'articulent autour des mathématiques appliquées et industrielles avec comme principales thématiques les méthodes mathématiques et modélisation, la robotique, la réalité augmentée, les langages informatiques et HPC, le contrôle, l'optimisation, le traitement d'images, le temps-réel, l'analyse de données, l'apprentissage et l'intelligence artificielle.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Créée en 2008, Math&Syst regroupe cinq équipes de recherche que l'unité appelle des « centres ». La seule tutelle de l'unité est Mines Paris-PSL. Chaque centre est dirigé par un chef de centre et ils sont nommés et localisés comme suit :

1. le centre de robotique (CAOR), localisé à Paris ;
2. le centre automatique et systèmes (CAS), localisé à Paris ;
3. le centre de mathématiques appliquées (CMA), localisé à Sophia-Antipolis ;
4. le centre de morphologie mathématique (CMM), localisé à Fontainebleau ;
5. le centre de recherches en informatique (CRI), localisé à Fontainebleau.

Les cinq centres font partie du département d'enseignement-recherche mathématiques et systèmes de Mines Paris-PSL et le responsable de ce département est également responsable de l'unité.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Math&Syst est sous la tutelle de Mines Paris-PSL qui est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPSCP) sous la tutelle du ministère chargé de l'industrie ; de ce fait, la mission de recherche de l'unité Math&Syst est le « développement des relations entre l'enseignement supérieur et le monde industriel et économique pour contribuer à l'amélioration de la compétitivité des entreprises ». Elle est également établissement composante de l'université Paris Sciences et Lettres (PSL).

Pour une grande partie de sa contractualisation avec les partenaires externes et industriels, Mines Paris-PSL s'appuie sur Armines, une association de recherche contractuelle fondée en 1967. L'organisation d'Armines a évolué en 2022 à la suite de la transformation de l'École en EPSCP, et du passage aux responsabilités et compétences élargies (RCE) depuis le 1er janvier 2021. Armines est aujourd'hui sous contrat de quasi-régie de l'école des Mines. La qualification de quasi-régie est issue du droit de la commande publique et constitue une dérogation au principe de mise en concurrence.

Math&Syst est également membre du Carnot M.I.N.E.S. qui lui permet de bénéficier du mécanisme de ressource scientifique des instituts Carnot.

Les doctorants des centres CAOR, CAS, CMM et CRI sont rattachés à l'école doctorale ED 621 (Ingénierie des Systèmes, Matériaux, Mécanique, Énergétique) de l'université PSL ; ceux de CMA dépendent de l'École Doctorale ED 84 (Sciences et technologies de l'information et de la communication) co-accréditée avec l'université de Nice Sophia-Antipolis.

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	8
Maîtres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	6
Chargés de recherche et assimilés	18
Personnels d'appui à la recherche	17
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>57</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	6
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	4
Doctorants	76
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>86</b>
<b>Total personnels</b>	<b>143</b>

## RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2022. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Le personnel de l'unité Math&Syst au 31.12.2022 est constitué de 135 membres. 45 sont des chercheurs et EC dont 28 ont une HDR, il y a seize membres du personnel d'accompagnement à la recherche (PAR, appelés ITA) et 74 doctorants. Pour les EC, il s'agit de fonctionnaires de l'EPSCP Mines Paris-PSL de statut public (90 %) et de personnel de statut privé Armines (10 %), pour les PAR, deux tiers sont sur des postes Mines Paris-PSL et un tiers sur Armines. La répartition (EC-PAR-Doctorants) par centre est CAOR (12-6-19), CAS (10-0-13), CMA (9-5-18), CMM (9-2-11) et CRI (6-2-13).

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
MINES PARIS-PSL	16	24	13
Autres	0	0	4
<b>Total personnels</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>17</b>

## AVIS GLOBAL

L'unité Mathématiques et Systèmes (Math&Syst) est rattachée au département d'enseignement-recherche mathématiques et systèmes de Mines Paris-PSL et repose sur cinq centres quasiment autonomes. De ce fait, elle n'est pas une entité de recherche structurée et structurante qui permet de prendre des décisions stratégiques. Ses missions, dû au rattachement de Mines Paris-PSL au ministère de l'Industrie, sont de développer des relations entre l'enseignement supérieur et le monde industriel et économique et de contribuer à améliorer la compétitivité des entreprises. Sur ces points, l'unité Math&Syst est remarquable avec de nombreuses collaborations avec le monde industriel (Schneider Electric, L'Oréal, Thales, Safran, Stellantis, Valeo pour en citer quelques-unes) ayant amené plus de 50 conventions Cifre, un grand nombre de brevets et la mise en place de trois chaires. L'accompagnement et la création de start-up sont remarquables et méritent d'être soulignés avec des succès très importants (Wandercraft, Alice & Bob et TheCrossProduct pour en citer trois). L'inscription de la recherche dans la société est donc très forte, elle est également renforcée par un rayonnement scientifique excellent attesté par des activités d'expertises nombreuses aussi bien nationales (présidence comité ANR, expert #FrancelA pour en citer deux) qu'internationales (auteure rapport GIEC par exemple) et des implications auprès d'organismes de recherche et de sociétés savantes (IEEE ITS, INRIA, CEA...).

Néanmoins, le comité soulève que l'absence de pilotage scientifique à un niveau stratégique allié à un aspect de dispersion thématique (contrats industriels opportunistes) fragilise l'unité. De même, la forte culture partenariale de l'unité devrait être accompagnée d'une ligne claire (discutée avec Mines Paris-PSL) sur la

propriété intellectuelle dans un contexte fortement concurrentiel.

La recherche produite par l'unité a la capacité d'aller du fondamental à l'applicatif avec des impacts majeurs sur le monde socio-économique. L'unité a une visibilité de niveau mondial en systèmes quantiques (centre CAS) avec trois chercheurs permanents de tout premier plan et de niveau international en observation des systèmes non-linéaires (centre CAOR) et en morphologie mathématique (centre CMM).

La production scientifique en qualité et en quantité de l'unité est globalement très bonne. Elle est excellente pour CAS et pour l'axe optimisation de CMA. Concernant les succès aux appels à projets, le comité juge que le CAS se distingue de façon remarquable par l'obtention de trois ERC Grants (deux starting, une advanced). Les centres CAOR et CMA sont excellents, les deux pour leur participation à des projets européens.

Concernant le futur, Mines Paris-PSL étant l'établissement composante de l'Université Paris Sciences et Lettres (PSL), l'unité devrait être à même de saisir les opportunités impactantes (appels CoFund, Institut PR[AI]RIE), à l'image de l'équipe Quantic. Math&Syst est à l'initiative et pilote deux instituts Mines Paris-PSL (The Transition Institute 1.5 et l'Institut des Transitions Numériques, à venir en décembre 2023) qui devraient fédérer des centres de l'ensemble de l'école. Le comité souligne qu'il est capital que ces instituts soient ouverts le plus possible (Université PSL, France, Europe) pour couvrir des problématiques pour lesquelles Math&Syst ne dispose pas des forces ou des compétences nécessaires.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport reposaient en premier lieu sur l'organisation et la vie de l'unité, avec notamment : « *le fonctionnement un peu autocratique des équipes, pourra être amélioré en considérant des organisations plus collégiales* » et un questionnaire sur le renouvellement des chefs d'équipe. Sur ce point l'unité a suivi les recommandations en mettant en place une procédure commune d'élection et une notion de mandat pour les chefs de centre. Quatre des cinq chefs de centre ont d'ailleurs été renouvelés pendant la période.

Un autre aspect concerne la lisibilité de la stratégie de l'unité qui correspondait à une « *juxtaposition des projets des équipes, présentant des perspectives nombreuses et ambitieuses. Un recentrage sur quelques thèmes forts pourra s'avérer nécessaire pour pouvoir y contribuer de manière visible* ». L'unité a continué d'assumer sa stratégie par centre, un effort a cependant été consenti (en lien avec l'enseignement) concernant l'apprentissage et l'IA.

Le précédent comité avait également recommandé de renforcer les interactions avec le monde académique national, ce qui a été fait en partie.

Le responsable du département d'enseignement-recherche en mathématiques et systèmes qui dirige l'unité n'a toujours pas de rôle hiérarchique au sein de l'unité.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Math&Syst n'a pas d'objectif scientifique en tant qu'unité. C'est chacun des cinq centres qui définit, de manière isolée, ses objectifs. Ces objectifs s'inscrivent généralement dans des problématiques de recherche importantes pour le monde socio-économique. La direction de l'unité n'a que peu de rôle hiérarchique et stratégique. Il n'y a globalement pas de mutualisation des moyens.

#### Appréciation sur les ressources de l'unité

Bien que l'unité ne bénéficie d'aucune dotation récurrente de la part de sa tutelle, les cinq centres qui composent l'unité disposent de ressources propres qui sont jugées excellentes pour CAOR et CMA et très bonnes pour les autres.

L'unité est dans un environnement très favorable, notamment l'index confirmé de l'Université PSL dont elle n'a pas encore tiré pleinement profit. Les cinq centres ont une excellente connaissance de leur écosystème industriel avec qui ils interagissent très fructueusement.

#### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Concernant les réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique, l'unité Math&Syst se repose complètement sur Mines Paris-PSL.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

Math&Syst correspond au regroupement des centres du département mathématiques et systèmes, à l'exception du centre de bio-informatique, qui fait partie d'une unité mixte Curie-Inserm. Le fonctionnement quasi autonome des cinq centres permet une grande liberté et une grande flexibilité. Cette forme de regroupement n'ajoute pas de niveau hiérarchique et se limite à la coordination sous une forme de subsidiarité et de collégialité portées par les centres. Cette liberté dans les choix des recherches menées s'accompagne en échange d'une nécessité pour chacun des centres d'équilibrer leur financement. Les objectifs scientifiques définis et développés par chacun des cinq centres s'inscrivent parfaitement dans les problématiques socio-économiques actuelles et leur contribution est significative.

### Points faibles et risques liés au contexte

La structure de l'unité est très liée aux centres et à la direction des recherches de Mines Paris-PSL, que ce soit pour les financements externes, les fonds propres ou les prospectives. Il n'apparaît donc ni ligne scientifique pour Math&Syst en tant qu'unité, ni degré d'autonomie et marges de manœuvre. Ce mode de fonctionnement ne permet pas à l'unité de proposer une réelle politique scientifique qui prendrait appui sur les compétences multiples des centres et pourrait lui donner une capacité de monter des projets de plus grande envergure. Ce mode de fonctionnement ne permet pas non plus de favoriser des activités collectives ou des mutualisations de personnel et de moyens.

## *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

Dans sa mission qui, on le rappelle, consiste à développer les liens entre enseignement supérieur et monde industriel et économique et à améliorer la compétitivité des entreprises, l'unité utilise de façon appropriée son environnement de recherche, non seulement avec ses partenaires industriels, mais également dans le cadre de l'Université PSL (687 k€ incluant PIA, financements de thèse, accompagnement des chaires, de projets prospectifs et de start-up) et du Carnot M.I.N.E.S. (ressourcement et animation pour plus de 1.3 M€ sur la période). Elle profite également pleinement de l'association Armines pour le volet contractualisation.

Les cinq centres disposent de très bonnes ressources financières (Europe, ANR, contrats directs, PIA, collectivités, etc.), toutes supplémentaires sachant qu'il n'y a pas de dotation récurrente (affichée comme telle) de Mines Paris-PSL. Ces ressources leur permettent d'assurer une activité soutenue. Elles sont de 3,5 M€ par an en moyenne, la gestion de ces ressources est répartie entre Mines Paris-PSL et Armines. Il y a de fortes variabilités entre les centres. En moyenne par année durant la période : CAOR, 1,4 M€ soit environ 111 k€ / an / permanent ; CAS, 588 M€ soit environ 66 k€ / an / permanent (si on ne prend pas en compte les montants ERC de 2020, 145 k€/an/permanent sinon) ; CMA, 820 k€ soit environ 60 k€ / an / permanent ; CMM 389 k€ soit environ 43 k€ / an / permanent et CRI 322 k€ pour huit permanents soit 53 k€ (12 k€ sinon) / an / permanent.

Au travers des entretiens menés, le comité a noté que les personnels d'accompagnement de la recherche (PAR) sont satisfaits de leur environnement de travail, même si les tâches sont nombreuses et les interactions avec la tutelle (notamment les services centraux) parfois complexes. Pour les PAR, il n'y a pas de politique globale Math&Syst, c'est chaque centre qui gère ses personnels.

L'unité, au vu des missions de Mines Paris-PSL, est motrice dans l'analyse des impacts économiques et sociétaux des recherches qu'elle mène, notamment sur les parties, quantique, énergie et climat.

### Points faibles et risques liés au contexte

La présentation choisie du budget des centres ne fait pas apparaître de dotation récurrente de la part de Mines Paris-PSL, ce qui est une situation exceptionnelle.

Certains centres ont vu leur ressource diminuer (CRI, CMM) du fait notamment de la concurrence accrue dans certains domaines (Apprentissage, IA).

Le comité note une baisse significative des personnels administratifs pour de nombreux centres et une pérennisation incertaine des plateformes technologiques de CAOR.

Le changement de statut d'Armines (en cours de finalisation), association aujourd'hui sous contrat de quasi-régie des Mines de Paris, qui implique une évolution des règles de contractualisation de la protection industrielle et d'intéressements des personnels (centralisation et vérification par le Conseil d'Administration des Mines de

Paris), a généré des inquiétudes au sein des membres de l'unité qui ont été formalisées au cours des discussions et des entretiens avec les différentes catégories de personnels.

La pyramide des âges du personnel de certains centres peut entraîner sur le prochain contrat de véritables pertes de savoir-faire et des changements pouvant les impacter fortement, on peut citer notamment le CRI et le CAS pour la partie quantique.

*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

Les politiques de Math&Syst concernant la parité, l'intégrité scientifique, la sécurité et la prévention des risques s'inscrivent dans celles de la tutelle Mines Paris-PSL. Dans ce contexte, les centres de l'Unité se sont emparés à des niveaux variables de ces problématiques. Le comité relève que le CMA joue un rôle moteur avec une politique active de parité menée depuis de nombreuses années. En témoignent ses effectifs très féminisés sur la période d'évaluation (>50%), sa participation à des événements promouvant l'égalité et la parité dans les sciences ou encore le fait que l'une de ses chercheuses soit référente égalité et parité pour les cellules d'écoute et de veille sur les violences sexistes et sexuelles (VSS) de Mines Paris et de PSL.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Même si des actions, notamment CMA, existent sur les volets QVT et DDRS, il n'y a pas de comité, de commission ad hoc mises en place sur ces aspects et pas non plus d'actions internes ciblées sur ces enjeux.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'attractivité de l'unité est globalement excellente pour ses collaborations avec des équipes prestigieuses (MIT, Stanford, U Berkeley) et les responsabilités éditoriales dans certaines des meilleures revues des domaines scientifiques de chaque centre. Plusieurs membres sont régulièrement invités à faire des plénières dans des conférences, et ont effectué des séjours dans des universités étrangères (UC Berkeley, Urbana Champaign). Son rayonnement scientifique est excellent et attesté nationalement et internationalement par les nombreuses positions de membre d'institutions, d'experts auprès de programmes et par l'obtention de nombreux prix.

Concernant les succès aux appels à projets, le comité juge que le centre CAS se distingue de façon remarquable par l'obtention de trois ERC Grants (deux starting, une advanced). Les centres CAOR et CMA sont excellents, les deux pour leur participation à plusieurs projets européens. De plus pour CMA on peut souligner la reconduction de la chaire « Modélisation Prospective au service du Développement Durable ». Les centres CMM et CRI sont 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

La visibilité et l'attractivité de Math&Syst sont globalement excellentes. Plusieurs chercheurs de l'unité donnent régulièrement des conférences plénières (Renewable Energy Summit Europe 2022, IAPR 2021, Nolcos 2023), participent à de nombreux comités de programme (ECC, Computer Vision, Conference on Constraint Programming, Intelligent Vehicle ...) et ont organisé ou co-organisé des conférences et workshops internationaux ; pour en citer quelques-uns : Mathematical Morphology and Its Applications to Signal and Image Processing 13th International Symposium ISMM 2017, European Mechanics of Materials Conference, Physics and mechanics of random structures: from morphology to material properties 2018, Compil 2019, ISR 2019, side events pour les COP23 à 27. En termes de responsabilité éditoriale, le comité note la participation à des revues de haut niveau, on peut citer entre autres : IEEE Control Systems Magazine, IEEE TAC, Systems Control Letters, SN Computer Science, Computer Vision, Annual Reviews in Control, Journal of Process control, Computation Optimization and Applications.

Au niveau expertise et pilotage de la recherche, l'unité Math&Syst est présente au national et à l'international, pour donner quelques exemples, durant la période : une présidence de comité ANR, des experts de l'initiative #FrancelA, un expert auprès de l'ANSES pour le rapport d'expertise collective « Expositions aux technologies de réalité virtuelle ou augmentée », une membre du GIEC (auteure du sixième rapport pour le troisième groupe de travail), un expert de l'Advisory Board du Comité STOA du Parlement européen, des nominations auprès du conseil scientifique du programme Gestion et impacts du changement climatique (GICC) du ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. Le comité relève également des implications auprès de la société savante IEEE ITS (élu au Board of Governors) de l'IFPen (membre du conseil scientifique), d'Inria (cellule Veille et Prospective), du CEA (membre nommée par le ministère au conseil scientifique) ...

Pour les succès aux appels à projets CAS se distingue de façon exceptionnelle avec l'obtention de trois ERC (deux starting grants, une advanced grant) et plusieurs prix dont le prix EECI de la meilleure thèse européenne en automatique, le Prix FIEEC-F2i de la recherche appliquée et le Grand Prix IMT - Académie des sciences.

De même le CAOR est fortement impliqué dans des projets européens et, avec sa volonté affirmée de participation à des compétitions internationales, il a su renforcer sa visibilité au niveau mondial. Plusieurs prix ont été décernés à ses membres, dont le prix du meilleur article Automatica (triennium 2017-2019) coécrit avec l'université de Berkeley ; l'« European Control Award » 2021, et le « prix IMT-Académie des sciences » 2022.

L'unité sait attirer des EC de qualité avec une ouverture à l'international certaine, près de la moitié des nouveaux permanents sont d'origine étrangère (Brésil, Corée du Sud, Italie). Une partie de ces recrutements obéissent à une procédure de type chaire (tenure-track), statut particulier de Mines Paris-PSL avec un CDD de trois ans qui a vocation à être transformé en CDI. Pour montrer l'efficacité de cette politique de recrutement, durant la période, un jeune recruté a obtenu une ERC starting et une jeune recrutée a obtenu une ANR JCJC. Treize HDR ont été soutenues pendant la période, ce qui est exceptionnel et vient renforcer sensiblement le potentiel d'encadrement de la recherche. Le nombre de thèses soutenues pendant la période en se basant sur la présentation faite par la direction de l'unité est de 88 (25 CAOR, 29 CAS, 11 CMA, 12 CMM, 11 CRI), il est légèrement en recul par rapport au contrat précédent (94). Les sources de financement sont variées, contrats industriels directs, conventions Cifre, ANR, Mines Paris-PSL, Europe, etc. Les entretiens menés ont montré que l'ambiance est bonne au sein de l'unité et que les doctorants sont bien suivis et au courant des évolutions de carrière, suivant ce qu'ils envisagent (poursuivre dans le public ou le privé).

Pour l'unité Math&Syst, c'est un point fort, avec notamment trois ERC (deux starting, une advanced) décrochées pendant la période, la participation à une dizaine de projets européens et quelques résultats significatifs à des appels nationaux, notamment trois ANR (dont une en pilote et une internationale), un PIA ADEME (IA et gestion réseau multi-énergies) et deux projets FUI.

Seuls les serveurs de calcul GPU sont mutualisés. Le comité note quelques plateformes expérimentales, par exemple pour CAOR, la plateforme de système mobile de cartographie L3D2 financée notamment dans le cadre du projet FUI24 REPLICA. Elle a permis notamment l'acquisition de données 3D et images en environnement urbain avec une mise à disposition de deux jeux de données Paris-Lille-3D et Paris-CARLA-3D. Pour le CAS, l'équipe Quantic dispose d'une plateforme sise à l'ENS-Paris composée de quatre cryostats pour réaliser des expériences sur des circuits supraconducteurs.

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

La reconnaissance de certains membres est importante, néanmoins les activités d'expertise ou de présentations en conférences plénières ou d'activités éditoriales ne semblent pas obéir à une réelle politique. Effectivement, certaines activités sont liées à des événements ou à des comités confidentiels et n'apportent pas de plus-value à la visibilité. Trop d'activités de ce type empiètent sur le temps de recherche et d'encadrement et peuvent finir par nuire à l'excellence de la recherche.

Même si l'ambiance est bonne au sein de l'unité, le comité relève un nombre élevé (une dizaine) de doctorants qui ont abandonné avant la soutenance.

Le nombre de doctorants n'est pas à la hauteur de ce que l'on pourrait attendre, compte tenu de la qualité du recrutement et du potentiel d'encadrement de l'unité.

Les succès sont disparates et ne sont pas le fait de tous les centres, notamment pour CMM et CRI le nombre de contrats suite à des appels à projets compétitifs reste limité.

L'unité est rarement pilote (exceptée sur les trois ERC Grants) des projets (notamment européens) auxquels elle participe.

Les plateformes ne sont pas au cœur des stratégies des centres. Certaines sont en fin de parcours et il n'y a pas eu de réflexions sur d'éventuels investissements à venir pour pouvoir réaliser de futures expérimentations, seule une évocation du site de Satory apparaît comme une opportunité à venir.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique en qualité et en quantité de l'unité est globalement très bonne. Elle est excellente pour CAS et pour l'axe optimisation de CMA.

*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

Le bilan de l'unité est globalement très bon en quantité et en qualité et il est excellent pour le centre CAS et pour la partie optimisation du centre CMA. Certains domaines de recherche ont atteint ou sont restés au plus haut niveau international, avec un positionnement parmi les leaders mondiaux : systèmes quantiques, observation des systèmes non linéaires, morphologie mathématique. La production scientifique est globalement proportionnée au potentiel et au profil des recherches de l'unité, même s'il existe des disparités, elle couvre les domaines fondamentaux et appliqués. Un décompte global fait état pour quarante-cinq EC de 379 articles de journaux soit un ratio de 1,4 articles / EC / an pendant la période 2011 – juin 2017. Rapporté aux centres et aux revues JCR, pour CAOR le ratio est proche de 1, pour CAS il est de 2.02, pour CMA autour de 1, pour CMM de 1,2 et pour CRI (en comptant également les conférences de très bon niveau en informatique) il est de 1,1.

La production inclut largement les doctorants (62 %) et des partenaires étrangers parfois parmi les universités de premier plan (U Stanford, UC Berkeley, U Cambridge, MIT, TU Eindhoven, RTWH Aachen, Fraunhofer ITWM, U Kaiserslautern, U Bologne pour en citer quelques-unes).

L'unité assure une diffusion ouverte de ces résultats, les chercheurs sont sensibilisés et adhérent de plus en plus à une politique de logiciel libre et à la mise à disposition sur HAL/arXiv de leurs publications.

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

Sans entrer dans les détails des cinq centres (voir directement à leur rubrique points faibles), il y a de la disparité en qualité et en quantité entre certains centres et entre les membres de l'unité.

La part de problématiques à caractère très applicatif fait apparaître à certains endroits une disparité importante qui nuit à la visibilité et qui dénote une absence de stratégie globale. Cette disparité est de plus combinée avec des centres (ou des équipes dans les centres) de petite taille qui ne permettent pas toujours de couvrir de façon efficace les thèmes abordés.

Enfin, si des collaborations à l'international existent et parfois de très haut niveau comme mentionné dans les points forts, elles sont également disparates et pas forcément à la hauteur de ce que l'on pourrait attendre, notamment en mobilités entrante et sortante.

L'unité n'a pas déployé de stratégie en matière d'intégrité scientifique et de science ouverte.

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

L'unité a des collaborations exceptionnelles avec le monde industriel, des start-up aux grands groupes, dont certaines sont pérennes (Schneider Electric, L'Oréal, Thales, Safran, Stellantis, Valeo pour en citer quelques-unes) et les conventions Cifre sont nombreuses permettant d'essaimer les jeunes docteurs auprès des industriels. L'unité s'appuie notamment sur l'association Armines qui dynamise les relations avec l'industrie. La création et l'accompagnement de start-up sont exceptionnels avec des succès importants (Wandercraft, Alice & Bob et TheCrossProduct pour n'en citer que trois).

Le comité relève également l'existence de trois chaires industrielles « Drive For All » (finie en 2019), Logistique Urbaine (débutée 2017) et Modélisation prospective au service du développement durable (reconduite 2019) et le pilotage de « The Transition Institute 1.5 » (TTI.5), initiative lancée par Mines Paris-PSL.

De nombreux dépôts de brevets (11 CAOR, 14 CAS, 1 CMM) ont accompagné ces activités, sans qu'une réelle politique de propriété industrielle ait été mise en œuvre.

En dehors de CMA qui participe à la Fête de la Science, aux cordées de la réussite, etc. les centres n'ont pas mis en place d'actions spécifiques pour le partage des connaissances avec le grand public.

- 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

Math&Syst se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques, c'est incontestablement un des points remarquables de l'unité. Elle remplit parfaitement la mission assignée par sa tutelle en développant des relations avec le monde socio-économique fortes et pérennes dans beaucoup de cas. Pour appuyer ces dires, on peut signaler l'existence de trois chaires au cours de la période, Chaire internationale « Drive For All », financée par Valeo, PSA et Safran jusqu'en 2019 (CAOR), Chaire Logistique Urbaine, renouvelée pour cinq ans et soutenue par cinq mécènes : La Poste, Renault, Pomona, la Mairie de Paris et l'ADEME et enfin la chaire Modélisation prospective au service du développement durable (MPDD) depuis 2008 CMA-CIRED (CNRS, ENPC, AgroParisTech, CIRAD, EHESS). On peut également signaler les très nombreuses conventions Cifre (plus de cinquante entre celles passées durant la période et celles en cours) ainsi que de nombreux travaux avec des grands groupes (EDF, PSA, Totalenergies, GRDF, RTE, SAFRAN, Thales, Valeo...), avec parfois des collaborations présentes depuis plus d'une décennie (L'Oréal, Schneider Electric par exemple).

Enfin, pour accompagner cette très forte activité, l'unité peut s'appuyer sur Armines qui dispose d'un service central qui permet de couvrir l'ensemble des aspects administratifs, juridique et économique, des contrats de recherche (aide au montage, suivi, gestion du personnel, comptabilité, finance et gestion de la propriété intellectuelle).

En moyenne les ressources contractuelles sont restées stables avec 3,5 M€/an pour l'unité. Elles se répartissent entre financements publics (ANR 475 k€, Europe 747 k€) et privés gérées par Armines (2,07 M€) et un mastère spécialisé MSIT Mines Paris-PSL- Dauphine-PSL (258 k€).

Concernant le développement des produits à destination du monde socio-économique, il est également remarquable pour l'unité, ses recherches sont très largement valorisées au plan économique. De nombreux brevets (11 CAOR, 14 CAS, 1 CMM) ont été déposés durant la période avec des industriels (Schneider, Valeo, Aldebaran) et des spin-offs « Mines Paris-PSL » ont été créés grâce à des résultats de recherche du Centre : Embodme (instrument de musique numérique) et UVR (images de synthèse de haute qualité). De nombreuses

start-up, récentes ou plus anciennes, ont pris appui sur les recherches menées par l'unité. On peut citer entre autres Heex dont un membre est co-fondateur et aujourd'hui CTO, et pour des succès plus anciens Wandercraft, Stanley Robotics, Terra3D, TheCrossProduct, LoveBox, Exwayz, K-Ryole, Fieldbox... Le comité souligne enfin le succès exceptionnel d'Alice&Bob (levée de fonds de 27 M€), start-up issue directement des travaux de l'équipe quantique. De façon également remarquable, l'unité maintient des relations avec ses créations, notamment en continuant et en initiant des partenariats de recherche qui aboutissent à l'embauche de docteurs de l'unité.

Enfin, un institut « The Transition Institute 1.5 », initiative de Mines Paris-PSL a vu le jour avec le soutien de sa fondation, dans le domaine de la transition bas carbone, dont l'objectif est de pouvoir à terme influencer sur les politiques énergétiques à venir.

Concernant le partage des connaissances avec le grand public, seul le CMA intervient de façon régulière dans les débats et propose un partage de connaissances avec le grand public : Fête de la Science, cordée de la réussite autour des énergies pour un avenir durable, 2017-18 projet MEDITES (Université Côte d'Azur) culture scientifique et égalité des chances. Le comité souligne également le beau projet de l'exposition Savoir-Verre au musée du CNAM soutenu par CAOR ainsi que la participation à l'écriture d'articles de vulgarisation d'un membre de CAS dans les magazines Pour la Science et La Recherche.

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

Même si cette « culture » confrontant démarche scientifique et dimension industrielle est remarquable, il ne semble pas y avoir une stratégie partenariale affirmée, ce qui nuit à la lisibilité de plusieurs des centres et donne un sentiment de dispersion. On note par exemple plus de 300 partenariats avec l'environnement socio-économique ; parfois avec des montants très faibles et sur des durées qui peuvent être réduites (inférieure à une année). Cela va de l'aide aux start-up à des prestations de service.

Il n'y a pas de politique claire sur la propriété intellectuelle (PI), ce qui pour une unité dont le but est très clairement l'amélioration de la compétitivité des entreprises est dommageable, surtout si on réfléchit aux domaines d'avenir et concurrentiels du quantique, de l'énergie et du climat par exemple.

Globalement, Math&Syst ne s'est pas approprié le volet d'intervention dans la sphère publique. Seul CMA a une politique volontariste tournée vers le partage des connaissances avec le grand public. Pour les autres centres, quand ces activités existent, il semble s'agir soit d'opportunités, soit d'actions individuelles.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

L'unité Math&Syst est sur une trajectoire de recherche bien définie si on la place dans les trajectoires des cinq centres, toujours avec le but qui lui est assigné de réaliser le transfert de connaissances des résultats de la recherche vers l'industrie. Les domaines principaux concernent l'énergie, les transports, le climat, l'industrie 4.0 et le quantique.

Il faut néanmoins savoir conserver un socle scientifique amont solide pour être à même d'apporter un transfert optimal des connaissances. L'unité est globalement consciente de cela et tente de profiter de deux opportunités. La première est l'institut Carnot M.I.N.E.S., qui de par son mécanisme de ressourcement est un atout qui peut aussi fédérer des recherches avec d'autres centres ou départements de Mines Paris-PSL, notamment en liaison avec les recherches menées au département mécanique et matériaux et au département géosciences. La seconde correspond au fait que Mines Paris-PSL soit établissement composante de l'université Paris Sciences et Lettres (PSL) et qu'avec son Idex confirmé, des opportunités importantes verront le jour (appels CoFund, Institut PR[A]RIE), qui pourraient avoir des impacts significatifs, à l'image de ce dont bénéficie l'équipe Quantic.

Des réflexions sont également menées autour de deux instituts. Le premier, « The Transition Institute 1.5 » (TTI.5) a été créé il y a moins de deux ans sous l'impulsion et le pilotage de la directrice du CMA qui est impliquée de façon importante dans ces problématiques depuis des années. Le but est de réfléchir aux perspectives de recherche à venir dans le domaine de la décarbonation et de venir impacter les futures décisions sociétales qui seront prises. Il représente un atout pour Math&Syst à condition qu'il s'ouvre (largement) à des domaines de compétences non couverts par Mines Paris-PSL. Le second, l'« Institut des Transitions Numériques » devrait être lancé officiellement en décembre 2023. Il vise à fédérer au sein de Mines Paris-PSL les recherches autour du numérique ; notamment, le rôle de l'IA dans les domaines industriels (simulation numérique, industrie 4.0) et au sein des industries culturelles et créatives. Les deux instituts ont vocation à « grandir » avec l'Université PSL.

Les discussions menées avec la direction, les personnels et la tutelle Mines Paris-PSL indiquent que la transition d'Armines est quasiment finalisée. Cette transition, qui change certaines règles de fonctionnement, était difficile au sens où les opérations en cours avant 2022 devaient être terminées avec une garantie de continuité sociale pour les personnels. Les discussions montrent aussi que des réflexions sont en cours pour modifier à plus ou moins longue échéance le périmètre de certains centres voire la structure de Math&Syst, notamment, dans une perspective de recentrage thématique et de mutualisation des moyens.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Au vu des discussions et des échanges (direction, personnels, tutelle) et des changements en cours (quasi-régie, changement des règles de PI) et à venir (création des instituts, Idex PSL confirmé par exemple), le comité encourage Maths&Syst à devenir une structure plus opérationnelle. Cela devrait permettre, dans un contexte de réduction de moyens, de proposer une mutualisation des moyens d'accompagnement à la recherche (administratif et technique) et d'asseoir une stratégie plus générale (axes prioritaires, soutien pour des actions prospectives, fléchage de postes, etc.) que simplement la somme des stratégies particulières de chacun des cinq centres.

L'Institut « The Transition Institute 1.5 » est certainement une opportunité importante pour Maths&Syst et plus largement pour Mines Paris-PSL. Néanmoins, sachant qu'il est financé par un mécénat d'entreprise et de particuliers, même si les acteurs sont conscients des problèmes que cela peut poser (alibi pour certains lobbys, « greenwashing » par exemple), le comité ne peut que recommander d'être très attentifs à la compatibilité avec une recherche à caractère public. Il recommande également d'ouvrir cet institut largement (Université PSL, France voire Europe) et notamment aux problématiques pour lesquelles Mines Paris-PSL ne dispose pas de la compétence scientifique ou des forces nécessaires, pour qu'il puisse avoir une véritable crédibilité et une lisibilité.

Pour éviter de véritables pertes de savoir-faire dues aux futurs départs de membres de l'unité, le comité recommande que soit mise en place une politique RH partagée et discutée, permettant d'anticiper autant que faire se peut, la bonne adéquation des profils de recrutements avec les besoins scientifiques.

L'unité et les cinq centres devraient *a minima* s'impliquer (et ne pas simplement s'appuyer sur Mines Paris-PSL) dans les problématiques du type DDRS, RIS, parité, etc. pour lesquelles elle n'a pas commencé à mener de vraies réflexions à ce jour.

Le comité a trouvé les documents produits difficiles à exploiter, pas toujours cohérents entre eux, notamment au niveau des chiffres produits. Il recommande à l'unité de mettre en place un système d'information adapté permettant notamment de générer des tableaux de bord sur les RH et sur les produits de la recherche.

### *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Si on excepte les projets européens et quelques membres de l'unité, au vu du potentiel de l'unité, les recherches avec des chercheurs d'autres laboratoires nationaux et internationaux ne sont pas assez développées. Le comité recommande à l'unité de privilégier des mobilités de personnel aussi bien entrantes que sortantes pour renforcer ses collaborations internationales de qualité et étendre sa reconnaissance.

### *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

Le comité recommande à l'unité que ses membres se concentrent sur des activités qui sont parfaitement lisibles, tout en sachant refuser certaines sollicitations non essentielles.

De façon générale, le comité salue l'effort et les résultats obtenus durant la période pour progresser sur la qualité des revues et des conférences et encourage l'unité à le poursuivre. Si l'ancrage avec le monde socio-économique est important pour l'unité, la visibilité scientifique requiert d'augmenter, à certains endroits, la part des activités plus fondamentales.

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

La très forte culture partenariale de l'unité devrait être accompagnée d'une ligne claire (discutée avec Mines Paris-PSL) sur la propriété intellectuelle. Les défis à venir (transition écologique, quantique, énergie par exemple) nécessiteront des protections adéquates dans un contexte international qui est très fortement concurrentiel.

Faire de la recherche n'empêche aucunement les acteurs d'être actifs dans la sphère publique. Il y a de nombreux moyens pour cela, pour preuve les nombreuses demandes émanant de certaines institutions (tutelles, région, lycées...) ou la mention explicite de la CSTI dans la LPR (Loi de programmation de la recherche). La science doit donc aller vers le public pour que la parole des scientifiques soit entendue. Le comité apprécie les efforts faits par le département CMA au travers des initiatives de certains de ses membres, il encourage fortement l'unité à mettre en œuvre des moyens et une politique qui aille dans ce sens. Sciences en fête, portes ouvertes, accueil de collégiens et de lycéens, participation à des débats publics autour des transitions de demain (numérique, énergétique, climat, etc.) devraient faire pleinement partie de la vie et des missions de l'unité et de ses membres.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** Centre de Robotique (CAOR)

Nom du responsable : M. Fabien Moutarde

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les travaux du centre de robotique concernent l'intelligence artificielle (IA) en temps réel et l'interaction humain-machine, appliquées aux systèmes de transport intelligents (en particulier les véhicules autonomes), aux robots mobiles et aux robots collaboratifs, ainsi qu'à l'industrie du futur. CAOR est structuré en six thèmes : perception et apprentissage automatique, nuages de points 3D, collaboration humains-machines, estimation et contrôle, ingénierie industrielle et réalité virtuelle ou augmentée. Les recherches portent sur l'amélioration de l'étape de perception (analyse sémantique de scène à partir de nuages de points 3D, analyse des postures, mouvements et actions humaines et leur prédiction avec l'étude de l'apprentissage par renforcement pour obtenir des auto-pilotes plus intuitifs et adaptatifs), sur la localisation précise des robots dans les lieux sans accès GPS (intérieur). La Réalité virtuelle et augmentée (RVRA) est étudiée comme moyen d'interaction et d'immersion pour prototyper l'ergonomie et tester l'acceptabilité des systèmes. Des travaux sont également menés sur l'intégration d'algorithmes intelligents sur le management des opérations et la gestion de la chaîne logistique dans l'Industrie.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

À l'issue des recommandations formulées par le précédent comité, CAOR a globalement amélioré la qualité de sa production scientifique tout en étant désormais présente dans le domaine de la robotique mais aussi de l'IA, renforçant ainsi sa visibilité mais également étendant son domaine d'expertise.

Si des efforts ont été entrepris au niveau de l'organisation et de la vie de l'équipe suite aux recommandations de 2017, les actions menées restent relativement limitées (quatre points énumérés dont les Journées de l'école doctorale). Le travail autour de l'animation scientifique est à poursuivre (côtés permanents : une réunion mensuelle et un séminaire hors-les-murs tous les ans).

En revanche, concernant les points de vigilance soulignés par le précédent comité, le centre a très bien su exploiter l'apprentissage statistique pour positionner ses travaux historiques au niveau international.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	6
Personnels d'appui à la recherche	9
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>18</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	19
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>24</b>
<b>Total personnels</b>	<b>42</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

La qualité et la quantité de la production scientifique dans des journaux internationaux sont très bonnes. Elles sont excellentes pour les thématiques abordées qui couvrent la robotique incluant les outils de l'IA, ce qui confère à CAOR une visibilité internationale. Cependant, le comité constate que la répartition de la production est inégale selon les thèmes ou axes du Centre. Plusieurs prix et distinctions ont récompensé les travaux de doctorants et de permanents. La politique volontariste de se confronter aux compétitions internationales et les succès obtenus renforcent leur visibilité au niveau mondial.

Les relations du centre avec le monde socio-économique sont excellentes : elles se traduisent par des ressources contractuelles conséquentes, la création de start-up et une publication de brevets importante. Le centre affiche une implication de très haut niveau dans les projets européens conduisant à des ressources financières élevées pendant la période.

Le comité tient à souligner l'excellence d'un projet de communication vers le grand public au travers de l'exposition Savoir-Verre au musée du CNAM.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La qualité et la quantité de la production scientifique dans des journaux internationaux sont très bonnes. Un spectre scientifique large est couvert avec 72 articles de journaux indexés JCR publiés parmi lesquels on note des revues internationales majeures comme The International Journal of Robotics Research (IJRR), IEEE Robotics and Automation Letters (RA-L), Statistics and Computing, International Journal of Production Research, IEEE Transactions on Robotics, IEEE Transactions on Automatic Control, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Automatica, Computer Graphics Forum, Information Fusion, etc. La variété des publications dans des conférences est également importante sans pour autant sacrifier la qualité avec des congrès importants comme ICCV, IROS, ICRA, CVPR, IV, ACC, 3DV, VR, etc. De plus, les thématiques traitées couvrent la robotique en incluant les outils de l'IA. Avec un taux de citation très important (plus de 1 600 fois pour la publication KP-CONV), certaines de ces publications font date en étant désormais incontournables dans un état de l'art du domaine. Le taux de publication dans des revues JCR/an/permanent est proche de 1. En moyenne, un permanent produit 1,7 communication internationale par an. La production a globalement augmenté au cours de la période alors que le centre subissait une diminution concomitante de ses effectifs. Pour 33 des 72 revues JCR, les doctorants sont co-auteurs. Principalement financés par des collaborations directes ou indirectes avec le monde industriel, ils sont fréquemment premiers auteurs des articles de revues (75 % des 33 revues). On trouve également plusieurs co-publications avec des partenaires du meilleur niveau international, comme des membres de l'ENS-PSL, FAIR ou Stanford.

Plusieurs doctorants de CAOR ont vu leurs travaux récompensés par l'obtention de prix (GDR Robotique, Thalès) mais aussi des distinctions lors de leur participation à des congrès. Du côté des permanents, c'est encore plus remarquable avec un permanent récipiendaire de l'Automatica Paper Prize en 2018, du European Control Award en 2020 et du Prix Espoir IMT-Académie des sciences en 2022. Par ailleurs, certains effectuent des mobilités sortantes de longue durée dans des universités et laboratoires prestigieux (Université de Cambridge, UC Berkeley). Le centre affiche une activité significative en termes de participation à des instances de pilotage de la recherche (expertise auprès de l'ANSES pour le rapport « Expositions aux technologies de réalité virtuelle ou augmentée » ou dans le Advisory Board du Comité STOA du Parlement européen, Centre for AI), de positions d'organisateur de conférences internationales ou de positions d'éditeurs (associés ou invités) dans des journaux ou magazines dans le domaine du contrôle, de la robotique et de la vision par ordinateur (IEEE Control Systems Magazine, European Control Conference, Systems Control Letters, SN Computer Science, Computer Vision, Imaging and Computer Graphics and Applications ainsi que dans le Frontiers on Robotics and AI).

Pendant la période, CAOR a subi une nette diminution du nombre d'EC (-4,5) en raison du non-remplacement de départs en retraite (deux dans la période) ou de mobilités sortantes vers d'autres fonctions ou établissements. Pour autant, elle a su maintenir, voire accroître son activité mais aussi recruter quatre jeunes EC. Son nombre de doctorants durant la période a diminué (-2) et le nombre de post-doctorants reste marginal (de zéro durant la période précédente, on passe à deux). Trois HDR ont été soutenues durant la période, ce qui atteste que l'environnement de recherche est propice à l'éclosion des jeunes EC recrutés.

Le centre a renforcé ses ressources contractuelles et a su compenser la baisse du montant des contrats publics français par une implication dans des projets européens. CAOR affiche pendant la période une remarquable implication dans les projets européens soutenus par une dotation financière forte.

Les relations du centre avec le monde socio-économique sont extrêmement fortes. Dans la période évaluée, le centre a eu neuf conventions Cifre. La part des contrats industriels au niveau du financement du centre dépasse les 800 k€/an et devance largement les sources de financement publiques. La relation du centre avec

le monde industriel, et plus particulièrement les services R&D de grands groupes (Valéo, Safran, PSA, Thalès, etc.), maintenue de longue date, lui a permis de porter deux chaires de mécénat mais aussi de financer directement deux thèses. C'est un point fort de CAOR, mais logique au regard de la tutelle de Mines Paris-PSL.

Les travaux menés dans le cadre de projets FP7 ou d'ANR donnent naissance à deux spin-offs, soutenus par « Mines Paris-PSL ». Plusieurs des personnes formées par la recherche au sein de CAOR rejoignent l'industrie ou créent des start-up (Stanley Robotics, LoveBox, Exwayz, et OffRoad). Encore plus intéressant, le centre réussit à maintenir des relations avec ces personnes qui en retour s'adressent à lui pour initier de nouveaux partenariats.

Le grand public peut découvrir dans le cadre d'exposition thématique dans des musées quelques-unes des technologies développées par le centre. Le jeune public, quant à lui, est accueilli tous les ans dans le cadre de manifestations spécifiques.

## Points faibles et risques liés au contexte

Ramenée aux thèmes ou axes affichés par le Centre, la répartition de la production est inégale. Très soutenue pour les thématiques qui couvrent la robotique mobile incluant les outils de l'IA, la production en revue pour les thèmes Réalité virtuelle ou augmentée et Ingénierie industrielle est pour l'instant moindre. Toutefois, la communauté Réalité virtuelle privilégiant la publication en conférence, et plus particulièrement IEEE VR, CAOR est régulièrement présente dans cette manifestation (5 communications pendant la période).

Le système mobile de cartographie, appelé L3D2 et développé par le CAOR, a permis l'acquisition de données 3D et d'images en environnement urbain et dont les jeux de données ont été rendus publics (<https://npm3d.fr/paris-lille-3d> et <https://npm3d.fr/paris-carla-3d>). Cet équipement est désormais en fin de vie. Les autres plateformes expérimentales (robot, salle immersive, etc.) ne sont pas mises en avant. Il est dommage, voire préoccupant, qu'un centre de robotique n'affiche pas ses plateaux techniques. La question du renouvellement des plateformes expérimentales par l'investissement ou la stratégie de maintien en état opérationnel de celles existantes est désormais posée.

L'encadrement doctoral, s'il est conséquent en nombre, requiert vigilance, 28 thèses ont été soutenues au cours de la période, mais dix d'entre elles ont une durée strictement supérieure à 40 mois et le comité note six abandons, dont quatre antérieurs à la pandémie.

L'implication des cadres scientifiques de CAOR dans les sociétés savantes, dans les activités éditoriales internationales ou d'expertises est réduite compte tenu de la notoriété des membres de CAOR (sept personnes impliquées en comptabilisant l'organisation de workshops).

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

CAOR mène des travaux en prise directe avec les mutations observées ces dernières années dans le domaine des systèmes cyber-physiques : l'augmentation de l'autonomie décisionnelle de systèmes autonomes et communicants en interaction avec leur environnement et la collaboration homme-robot. Cette nouvelle trajectoire s'inscrit dans la continuité du projet précédent et s'articule autour des thèmes « véhicules intelligents » et « robotique collaborative » en prenant en compte les atouts et la dynamique des thèmes du Centre.

La trajectoire proposée vise à renforcer l'investigation des méthodes alliant les approches fondées sur l'apprentissage profond pour la perception et la navigation robotique. Les ambitions de développement affichées avec la création de l'Institut de la Transformation Numérique (ITN) et la future antenne principalement expérimentale du centre à Satory apparaissent comme des opportunités intéressantes pour élargir l'orientation des travaux du centre vers le secteur des Industries Créatives et Culturelles d'une part, et, d'autre part, penser les investissements nécessaires pour se doter des équipements, des plateaux techniques et des plateformes expérimentales qui conviennent à un centre de robotique.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à CAOR de poursuivre sa stratégie de publication dans les meilleures revues et conférences.

Le centre devra aussi être vigilant quant à l'implication d'un plus grand nombre de ses membres dans la participation au rayonnement.

Le centre est encouragé à maintenir sa stratégie volontariste privilégiant la recherche de partenariats au sein de programmes européens, mais aussi nationaux. Il doit également veiller à garder à cœur de conduire des expérimentations dont l'objectif est de valider les contributions théoriques sur des plateformes réalistes.

L'activité contractuelle est importante. Il faut poursuivre le développement des conventions Cifre, tout en veillant à continuer à poursuivre des recherches fondamentales, qui seront à terme au cœur des nouveaux projets avec l'industrie.

Pour augmenter l'implication des doctorants dans la vie du Centre, et donc pour favoriser l'animation scientifique entre eux et pour eux, une réflexion pourrait avoir lieu en vue d'étendre le dispositif existant « Rendez-vous IA » (discussions autour d'articles scientifiques ...), animation qui pourrait aussi être transversale à tous les thèmes du Centre, dans le but de créer une synergie entre ses membres. Le centre doit porter une attention particulière à l'encadrement doctoral (notamment la durée des thèses), en particulier parce que le centre réussit à recruter de nombreux doctorants avec des parcours d'études excellents.

**Équipe 2 :** Centre Automatique et Systèmes (CAS)

Nom du responsable : M. Florent Di Meglio

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le CAS mène des travaux sur la théorie du contrôle dans le cadre de différents types de systèmes (systèmes dynamiques non linéaires, systèmes EDP, etc.). Certaines thématiques sont singulières dans la communauté automatique française, notamment celles autour du quantique qui a une aura internationale exceptionnelle. Les travaux théoriques du CAS sont également appliqués dans différents domaines : machines électriques, mécatronique, aéronautique, procédés.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le CAS a globalement suivi les recommandations émises lors de la dernière évaluation. Il s'est notamment renforcé grâce à quatre recrutements permettant ainsi de compenser des départs en retraite et de continuer à développer l'activité quantique, qui est un marqueur fort et remarquable. Ces renforcements ont permis de rajeunir l'effectif de l'équipe. Le dernier contrat a vu être défendues deux HDR, et portés trois projets ERC ce qui a porté le montant des projets de 94 k€/an/permanent entre 2011-2017 à 145 k€/an/permanent entre 2017-2022, ce qui est une progression tout à fait remarquable. Des évolutions, sans doute encore à poursuivre, sont à mentionner dans la gouvernance de l'équipe ainsi que dans la communication et la diffusion des informations.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	5
Personnels d'appui à la recherche	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>10</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	13
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>15</b>
<b>Total personnels</b>	<b>25</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique est excellente, tant par sa qualité que par sa quantité. Le CAS développe des travaux sur des thématiques à forts enjeux, par exemple sur les observateurs pour systèmes non réguliers ou encore sur les systèmes quantiques. Fait tout à fait remarquable : le CAS concilie à la fois des recherches théoriques, méthodologiques et appliquées, menées au plus haut niveau. La visibilité nationale et internationale du CAS est excellente, voire de niveau mondial pour les activités quantiques : cela se traduit notamment par des collaborations avec des personnalités de premier rang mondial et par un pouvoir d'attraction de personnalités scientifiques de très haut niveau obtenant des projets très sélectifs (trois ERC, ANR JCJC). Le CAS n'a pas encore mis en place de politique d'actions de médiation scientifique.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Le CAS a une excellente visibilité nationale et internationale dans le domaine de l'automatique ; elle peut être qualifiée de mondiale pour les activités sur le quantique, bien que cette thématique soit relativement récente. Le CAS mène des travaux à la fois théoriques, méthodologiques et appliqués. Ces travaux s'inscrivent dans une démarche pouvant être vue comme standard du point de l'automatique (observateurs non linéaires, platitude, systèmes hybrides, prédiction, ...), mais pourtant avec de vrais enjeux, très actuels voire de rupture (interconnexion EDP-EDO, utilisation d'outils de l'IA, feedback quantique, ...).

La production est excellente, tant pour la recherche théorique qu'appliquée et partenariale. Cette production, relative à l'ensemble des activités du centre, se situe au plus haut niveau, avec un choix parfaitement adapté en termes de qualité des journaux avec 108 revues internationales (dont 60 dans IEEE TAC, Automatica, SIAM J. Control and Optimisation, Systems and Control Letters, IEEE Control Systems Letters, Int. J. Robust Nonlinear Control, Int. J. Control, IFAC CEP, IEEE TCST, IEEE Robotics and Automation Letters). Le comité souligne également la production scientifique dans des revues de physique de tout premier plan sur les activités quantiques (12 dans Physical Review Applied, Physical Review X, npj Quantum Information, Nature Communications, Nature Physics). La production scientifique est bien proportionnée à la taille de l'équipe, avec un taux de publication de 2 RI/an/ETP enseignant-chercheur, ce qui est excellent eu égard la qualité des revues. Les doctorants et post-doctorants sont associés aux publications (28 doctorants sur 29 avec au moins 1 RI liée aux travaux de thèse).

Le centre CAS a un rayonnement et une attractivité excellents. Il a recruté quatre nouveaux permanents, dont trois extérieurs au CAS. La qualité de ces recrutements est prouvée à travers la qualité des travaux menés par ces personnes (par exemple, prix EECI de la meilleure thèse européenne) et par l'obtention de projets ERC, ANR JCJC. Une partie de ces recrutements a également permis de développer de nouvelles thématiques (physique, systèmes de grande taille). Le centre réussit à attirer d'excellents candidats grâce au type très sélectif de financement (Marie Curie) et à l'attractivité des activités (quantique notamment). Il participe à des grands projets structurants nationaux (PEPR « RobustSuperQ » - 400 k€). Il est impliqué dans des responsabilités éditoriales (AE dans IEEE TAC et Systems and Control Letters, Senior Editor dans Journal of Process Control, AE dans Systems and Control Letters). Il s'implique dans l'animation scientifique nationale (GT « Synchronisation et Observation » du GDR MACS). Plusieurs membres du centre ont été récompensés pour leurs travaux (prix FIEEC-F2I 201, prix EECI de la meilleure thèse européenne, Grand Prix IMT-Académie des Sciences). Certains travaux sont conduits en collaboration avec des personnalités de premier plan mondial, à l'international ou sur le plan national.

Le CAS a une activité partenariale remarquable, diversifiée et forte en volume (145 k€/an/permanent en comptant les projets ERC, 66 k€/an/permanent sinon). Le comité note que 38 % des thèses de doctorat préparées dans l'équipe le sont avec des conventions Cifre.

En termes de valorisation de la recherche, quatorze brevets (dont certains avec le même objet mais déclarés de manière indépendante dans différentes zones géographiques) ont été déposés pendant la période d'évaluation. Les travaux se font avec des entreprises de différents types : start-up, PME, grands groupes, EPIC, les PME étant pour certaines d'entre elles d'anciennes start-up : Wandercraft (exosquelettes médicaux), K-Ryole (remorques intelligentes), Fieldbox (outils numériques). À noter que certaines collaborations sont très anciennes (Schneider Electric). Les activités de l'équipe ont permis d'essaimer une start-up, Alice&Bob, qui est une émanation directe des activités de l'équipe dans le domaine quantique.

## Points faibles et risques liés au contexte

Un des points faibles est l'animation du centre. Hormis le séminaire scientifique qui semble bien fonctionner, il n'est pas fait mention de réunions régulières abordant, par exemple, la stratégie scientifique, la stratégie de recrutements, l'allocation des moyens ... Le rôle du responsable de centre n'est pas explicité (seule phrase : « les tâches administratives sont assurées par le chef de centre »). En revanche, il est mentionné l'existence d'un « conseil informel » dont il n'est pas précisé le rôle, le contenu des discussions, ... Pour finir, il est explicitement écrit que « l'animation scientifique est pour l'essentiel séparée entre la partie "classique" et la partie "quantique" », ce qui peut laisser craindre une équipe à deux vitesses.

Vu la qualité des travaux menés dans l'équipe, l'implication des membres dans des instances de sociétés savantes et d'organisations scientifiques et académiques (GDR, Hcéres, ...) paraît en retrait de ce qui pourrait être attendu. On s'attendrait également à plus de collaborations internationales : il n'y a pas de thèse en co-tutelle, seules deux thèses sur les 29 préparées dans le centre pendant la période ont été faites avec un co-encadrement international, et seules 10 % des publications en RI sont avec des co-auteurs internationaux.

Le document d'autoévaluation mentionne explicitement que la formation doctorale (en quantité) ramenée au nombre de permanents (10) et eu égard la qualité des travaux menés et les sources importantes de financement (notamment ERC) est en retrait de ce qui pourrait être attendu. Cela peut néanmoins s'expliquer par le nombre d'HDR (4), chiffre qui devrait augmenter favorablement dans les prochaines années.

Le comité regrette que des collaborations industrielles de longue date n'aient pas débouché sur des programmes de recherche plus structurés de type chaires industrielles. Néanmoins, le rapport laisse entendre que cet état de fait est une volonté de l'équipe afin de garantir son indépendance scientifique.

Le centre dispose de très peu de moyens expérimentaux : seule l'activité quantique opère des systèmes expérimentaux (cryostats) qui ne servent que pour des travaux académiques et qui sont situés dans les locaux de l'ENS-PSL.

Enfin, le centre est très peu investi dans la dissémination de la recherche et de la médiation scientifique. Les seules actions mentionnées dans le rapport concernent l'implication du CAS dans le tutorat auprès d'élèves de collège et de lycée (association Cahier Vert), ainsi qu'un rôle de consultant pour *Pour la Science* et *La Recherche*.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

Parmi les forces du centre, le comité note l'excellence de la recherche, qui est de niveau international, et la dynamique exceptionnelle de l'équipe Quantic, ainsi que le solide réseau de partenaires industriels avec une grande diversité de la nature des collaborations.

Parmi les faiblesses du centre, sa répartition entre trois sites (Inria, ENS-PSL, Mines Paris-PSL) ne facilite pas la gouvernance et la vie de CAS (voir plus haut), ainsi que la baisse du nombre de doctorants (mais qui ne semble que temporaire).

Parmi les opportunités, l'environnement PSL (marque mondiale, gestion PI et valorisation) est relevé, ainsi que la création d'un FabLab à Mines Paris-PSL. Concernant ce dernier point, le centre souhaite développer des prototypes (notamment dans le cadre d'un projet ANR JCJC récemment obtenu) dans le but de valider des concepts théoriques.

Le principal risque porte sur la dynamique de l'équipe Quantic et la relation future entre Automatique et Physique, qui est assurée aujourd'hui par une seule personne.

Concernant les axes scientifiques, CAS a pour ambition de tirer parti des outils de l'IA et du traitement du signal. Un focus particulier, poussé par des questions industrielles, sera fait sur la question d'assimilation des données et d'identification des systèmes. Côté quantique, des travaux sur des codes correcteurs d'erreur seront menés, ainsi que sur la métrologie. L'équipe continuera à travailler sur les qubits de chats et les qubits GKP. Ces axes semblent parfaitement pertinents.

Le centre a également l'ambition de développer des thématiques à enjeux sociétaux forts : électrification (à tous les niveaux, équipements, usages, réseaux), énergie propre (géothermie, en tirant bénéfice des travaux préalablement menés pour le forage pétrolier), recyclage.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité ne peut qu'encourager le CAS à continuer de développer son excellence scientifique au plus haut niveau, que ce soit en théorie du contrôle ou en quantique. Il encourage également le centre à maintenir son activité à la fois sur le volet théorique et méthodologique, et sur le volet appliqué. Une réflexion pourrait être menée pour avoir une meilleure visibilité sur les projets avec les partenaires industriels « historiques », grâce à des programmes plus ambitieux de type chaire.

Un point de vigilance fort dans un futur proche concerne l'activité quantique et son lien avec l'automatique qui ne repose à ce jour que sur une seule personne. L'équipe doit réfléchir dès maintenant à maintenir ce lien important en se renforçant à l'interface entre quantique et théorie du contrôle afin de garantir la présence même du centre dans l'équipe Quantic.

Le comité recommande au centre de mener de façon plus volontariste, des actions de CSTI (culture scientifique, technique et industrielle).

**Équipe 3 :** Centre de Mathématiques appliquées (CMA)

Nom du responsable : Mme Nadia Maïzi

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe CMA compte neuf enseignants-chercheurs et chercheurs permanents (2 PR, 3 MCF, 1 DR, 3 CR), dont sept HDR. Les thématiques de l'équipe se répartissent entre trois axes principaux :

- 1) Optimisation mathématique : optimisation combinatoire globale, optimisation stochastique, optimisation non-lisse.
- 2) Données et apprentissage automatique avec des applications : i) impact de la variabilité climatique sur le système énergétique hydroélectrique, ii) contrôle des équipements des bâtiments, iii) Smart Grids & Smart Cities, iv) détection des fuites dans les installations frigorifiques industrielles.
- 3) Modélisation prospective multi-contrainte prenant en considération plusieurs facteurs hétérogènes liés à l'environnement, l'économie, l'énergie, ...

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Recommandations concernant les produits et activités de recherche

Un renforcement des activités de recherche plus situées « en amont » comme recommandé a été mené en recrutant un chercheur sur les aspects stochastiques et optimisation. Un autre recrutement, sur fonds propres, est également programmé pour renforcer les travaux sur les « data sciences ».

En ce qui concerne la qualité des journaux et conférences, une très grande diversité dans les journaux ciblés persiste.

Recommandation concernant l'organisation et la vie de l'équipe

L'encadrement doctoral est assez bien réparti entre les HDR. À souligner que la dernière recrue, un CR, dont a bénéficié la thématique « optimisation » encadre trois thèses.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	5
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>14</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	18
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>19</b>
<b>Total personnels</b>	<b>33</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique du centre dans des revues de premier plan est hétérogène. Elle est excellente concernant l'axe optimisation. Elle est bonne pour les autres axes, dont la majeure partie de la production scientifique repose sur des problématiques à caractère applicatif.

Les problématiques et la stratégie scientifique du centre sont difficiles à appréhender. Pour l'axe données et apprentissage automatique, elles relèvent de domaines principalement applicatifs et pour l'axe modélisation prospective, le comité juge la formalisation du problème insuffisante.

L'implication dans les instances internationales est très cohérente avec les problématiques de la transition énergétique (co-auteur du rapport GIEC, COP26).

Les relations de l'équipe avec le monde socio-économique sont excellentes, se traduisant par de nombreux contrats et conventions Cifre. Le comité souligne la forte implication de l'équipe dans la formation par la recherche au travers d'un mastère qu'elle gère. Le nombre d'HDR soutenues est en forte progression. Les activités de médiation sont nombreuses et excellentes.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le centre est porteur d'une ANR ERANET ERA4CS « CLIM2POWER » qui traite de la prise en compte de la variabilité climatique dans la planification des systèmes électriques (clôturée en février 2021). « CLIM2POWER » est un projet de recherche européen qui fédère les trois équipes du centre. Ce projet a pour objectif de fournir aux décideurs politiques et parties prenantes des indicateurs quantitatifs sur l'impact du climat sur le système électrique européen (production et demande) à une échelle saisonnière et à long terme afin d'éclairer les décisions d'investissement de sorte à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. CMA participe également à un autre projet européen « GIFT » (Horizon 2020) qui a débuté en janvier 2019 et qui compte dix-sept partenaires et sept pays. Ce projet vise à aider à la décarbonation du mix énergétique des îles européennes.

La visibilité nationale et internationale est excellente par l'implication importante de certains membres dans des comités scientifiques (International Joint Conference on Artificial Intelligence, 18th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics [ISEM], GIEC, ...), et des activités éditoriales (Associate Editor des revues Computation Optimization and Applications, Inform Journal on Computing [IJOC], Pacific Journal of Optimization,...) ainsi que dans des instances d'évaluation (Hcéres, BPI, programme Hubert Curien, ...).

Onze thèses ont été soutenues, dont sept préparées pendant la période et quatre débutées lors de la période précédente. Dix-huit thèses sont en cours, dont huit conventions Cifre. Le comité compte en moyenne un article par doctorant pendant la période, à souligner que la moitié de la production scientifique de l'équipe dans des revues JCR se fait avec les doctorants.

Le centre mène une activité partenariale importante avec le secteur industriel : onze conventions Cifre, 88 contrats de gré à gré, ce qui représente 97 % de ses ressources propres qui s'élève en moyenne à 75 k€/EC/an. La chaire Modélisation prospective au service du développement durable (MPDD) créée en 2008 a été renouvelée deux fois en 2013 puis en 2019 permet également de faire perdurer ses liens. Dans la continuité pour répondre à l'enjeu de la transition bas-carbone, l'équipe a créé et pilote l'institut TTI.5 (lancé en avril 2022) et doit permettre à Mines Paris-PSL de se positionner en lieu d'influence sur ce sujet aussi bien en recherche qu'en enseignement.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le développement d'une recherche sur plusieurs directions très différentes avec un effectif très réduit est incompatible et a du mal à conduire à l'excellence scientifique recherchée. Ceci s'est traduit par une production scientifique modeste de l'équipe dans des revues de premier plan, en moyenne un JCR par enseignant-chercheur par an. De plus, la production scientifique dans des revues est répartie de manière très hétérogène entre les 28 doctorants comptabilisés pendant la période d'évaluation. La majeure partie de la production scientifique repose sur des problématiques à caractère applicatif à mettre en regard avec le nombre élevé de contrats industriels. Cette orientation se fait au détriment d'une recherche amont plus prospective.

Bien que l'axe modélisation et prospective repose sur des problématiques scientifiques et sociétales capitales qui ont abouti à la création de l'institut TTI 1.5, les travaux présentés ne sont pas apparus au comité comme suffisamment aboutis, ils souffrent soit d'un manque d'intégration d'autres domaines de compétences

(collaboration avec d'autres centres ou laboratoires) soit d'un recentrage autour de leur domaine de compétences.

Le nombre de contrats suite à des appels à projets européens et internationaux reste limité (trois seulement).

La durée de quelques thèses est importante (42,2 mois en moyenne). En effet, sur les dix-huit thèses en cours, 16,7 % ont dépassé les quatre ans. Le comité note également quatre abandons de thèses.

Le nombre important d'expertises et de participations à des comités scientifiques reposant particulièrement sur deux cadres du centre peut être au final plutôt handicapant en ne laissant pas suffisamment de temps pour contribuer aux travaux de recherche.

L'implication du centre dans le transfert et la valorisation, notamment le dépôt de brevets, est en retrait malgré sa forte interaction avec l'industrie. Le comité souligne un déséquilibre entre recherche amont et orientée vers les applications, faisant craindre un risque de glissement vers de la prestation.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire du centre s'inspire fortement des enjeux sociétaux actuels en attestent la chaire MPDD et plus récemment le lancement et le pilotage de l'institut TI 1.5 depuis 2022. Les axes des thématiques « optimisation mathématique » et « données d'apprentissage » ne font pas apparaître clairement les verrous scientifiques ainsi que la ligne directrice donnant l'impression d'un patchwork scientifique. Le comité note cependant une volonté en ce qui concerne la partie optimisation de maintenir une recherche académique tout en s'adossant à des verrous réalistes. En revanche, on peut craindre une dispersion en ce qui concerne les thématiques « données et apprentissage automatique » et « modélisation prospective » en s'orientant vers une recherche plus contractuelle, le risque étant la surcharge au détriment des activités de recherche plus académique.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Malgré le recrutement récent d'un CR, l'équipe reste de petite taille et les sollicitations du monde industriel sont grandissantes. Il faudra veiller à proposer des priorités scientifiques permettant un positionnement clair et en lien avec sa communauté.

Pour une trajectoire plus lisible, le positionnement national et international des différentes thématiques mériterait d'être clairement établi et justifié en prenant en considération la réalité de la taille de l'équipe, un élargissement des forces au travers de collaborations et de l'institut TI 1.5 peut être envisagé.

La chaire « Modélisation prospective au service du développement durable (MPDD) » et la création de l'institut TTI 1.5 sont d'excellents appuis et ambassadeurs pour l'équipe pour sa visibilité et sa reconnaissance dans le monde socio-économique. Cependant, il est indispensable au regard des thématiques mis en avant d'ouvrir à d'autres domaines de compétences scientifiques pour en assurer le succès.

Bien que l'équipe ait su valoriser ses collaborations industrielles au travers de conventions Cifre et des contrats industriels, des opportunités restent inexploitées, en matière de valorisation de la recherche (propriété intellectuelle, création d'entreprises ou labcom).

Il reste nécessaire d'augmenter l'impact des activités de recherche dans la communauté scientifique en améliorant qualitativement et quantitativement la production scientifique, il faudra notamment privilégier la production scientifique des doctorants en convention Cifre dans des revues de qualité.

L'équipe doit poursuivre son effort dans le soutien d'activités de recherche plus en amont.

Une vigilance particulière quant à l'encadrement doctoral et à la durée des thèses est recommandée. La préparation d'une thèse ne devrait pas excéder 39 mois.

**Équipe 4 :** Centre de Morphologie Mathématique (CMM)

Nom du responsable : M. Étienne Decencière

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'activité de recherche du CMM est centrée sur la morphologie mathématique, discipline historique Mines Paris-PSL. Le CMM continue à enrichir cette discipline en affichant une volonté de conduire parallèlement une recherche amont et des actions de transfert vers le secteur industriel. Six principaux axes sont traités dans ce cadre : i) théorie de la morphologie mathématique et interaction avec l'algèbre et analyse max-plus, ii) Interaction entre morphologie mathématique et apprentissage profond, iii) IA et modèles/prédiction des propriétés physiques des milieux hétérogènes, iv) Analyse de nuages de points et d'autres représentations d'images non-euclidiennes, v) Problèmes inverses en tomographie et imagerie multi-spectrale et multi-modale, vi) Logiciels à valeur ajoutée.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Conformément aux recommandations, le CMM a développé des collaborations académiques aux niveaux local, national et international et participe activement à des groupements de recherche du CNRS.

Le centre a également profité de l'environnement de l'université Paris Sciences et Lettres (PSL) et de sa visibilité internationale pour conserver sa politique de recrutement de doctorants de qualité comme recommandé.

Suite aux recommandations, le CMM a davantage développé des interactions avec les communautés scientifiques locale, nationale et internationale travaillant sur le même domaine ou sur des domaines connexes. En effet, le centre participe à des Groupes de Travail de deux GDR (Informatique Mathématique, Mécanique) et au master « Intelligence artificielle, Systèmes, Données » de l'université Paris Sciences et Lettres (PSL). Des actions de collaboration ont été également conduites avec Télécom Paris, ESIEE et EPITA. Au niveau européen, le CMM travaille en étroite collaboration dans le cadre du collège doctoral « Mathématiques pour le traitement d'images » franco-allemand, en partenariat avec l'Institut Fraunhofer ITWM (Université de Kaiserslautern). Enfin, des collaborations avec des universités latino-américaines ont été également initiées.

Le CMM se devait de continuer à cultiver ses spécificités et ses forces propres pour faire face à des acteurs majeurs du monde industriel qui ont massivement investi dans les domaines de l'image au cours des dernières années. Les résultats obtenus sont satisfaisants.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2022

Le CMM est composé de neuf enseignants-chercheurs, dont six HDR. Cet effectif est resté constant au cours de la période de référence juin 2017-décembre 2022, comme le montre le tableau ci-dessous. Par contre, le recrutement des doctorants a significativement progressé par rapport au contrat précédent. 25 doctorants ont été recrutés : dix ont soutenu leur thèse pendant la période, deux ont soutenu en 2023 et treize ont été recrutés depuis 2019. Six ont été engagés fin 2022. Un ingénieur et un adjoint technique complètent l'effectif du CMM. Un ingénieur contractuel a été recruté début 2022.

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	3
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>12</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	15

<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>17</b>
<b>Total personnels</b>	<b>29</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Le centre mène une activité scientifique de très bon niveau publiant dans des revues de qualité tant méthodologiques qu'applicatives. Il est une référence reconnue par la communauté scientifique internationale dans le domaine de la morphologie mathématique. Le comité tient à souligner l'expertise large du centre dans les divers domaines de l'imagerie (monochrome à hyperspectrale) qui lui permet notamment de développer des collaborations avec les autres centres de Mines Paris-PSL. Les collaborations avec le monde socio-économique sont bonnes et en nette progression par rapport à la période précédente. Le CMM n'a pas mis en place de politique d'actions de médiation scientifique.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'originalité des travaux du centre CMM concerne particulièrement l'introduction d'opérateurs morphologiques dans les systèmes décisionnels neuronaux pour l'analyse des images et données. L'extension de ces opérateurs pour le traitement et l'analyse d'images hyperspectrales de grandes dimensions spatiales et spectrales présente une rupture par rapport aux travaux conduits sur des images monochromes et couleur, ce qui est une avancée dans ce domaine.

L'activité de recherche du CMM est bien positionnée par rapport à celles conduites aux niveaux national, européen et international et couvre un champ d'investigation large, répondant à plusieurs besoins d'industriels. Les domaines applicatifs visés sont divers (Biomédical, vision industrielle, environnement, ...).

Les résultats des travaux conduits par le CMM sont d'un très bon niveau. Les travaux sont publiés dans plus de vingt revues internationales de rang A (SIAM Journal on Imaging Sciences, Inverse Problems, Neurocomputing, Journal of Visual Communication and Image Representation, Computer Vision and Image Understanding, Pattern Recognition Letters, ...). La production scientifique moyenne par enseignant-chercheur à temps plein par an est de 1,7 article dans des revues internationales, dont 1,2 article JCR et de 1,4 communication dans des conférences internationales. Les publications avec les doctorants ayant soutenu pendant la période représentent 31,5 % pour les revues et 53,8 % pour les conférences internationales avec comité de lecture.

Le CMM a su créer un lieu d'échange scientifique plus favorable pour les jeunes doctorants et post-doctorants dans le cadre du collège doctoral « Mathématiques pour le traitement d'images » franco-allemand, en partenariat avec le Fraunhofer ITWM (université Kaiserslautern). Un autre partenariat est établi avec le centre de recherche Jülich.

L'excellence des activités de recherche du CMM et l'investissement de ses membres dans des instances nationales et internationales contribuent positivement à son rayonnement. Trois de ses membres assurent des responsabilités ou sont impliqués dans des sociétés savantes (secrétariat / International Society for Stereology and image analysis, membres de comités scientifiques du Steering Committee of Discrete Geometry and Mathematical Morphology et du ECMI European Consortium of Mathematics for Industry). Deux de ces trois membres ont participé également à l'organisation de quatre conférences internationales ou symposium et quatre nationales.

Le CMM a su renforcer son effectif en recrutant 25 nouveaux doctorants, dont six engagés fin 2022. Dix thèses ont été soutenues pendant la période et deux hors période (2023). La durée moyenne est de 39 mois. Treize sont en cours dont cinq sont conduites avec des partenaires industriels dans le cadre de conventions Cifre. À noter, également, que huit doctorants ont soutenu pendant la période de référence mais inscrits avant cette période. En plus, de son implication dans le master « Intelligence artificielle, Systèmes, Données » de l'université PSL, le CMM participe également à la formation par la recherche en accueillant dix stagiaires durant la période. Au niveau de l'unité, des publications communes sont réalisées avec le centre CAOR. Le CMM a également des publications communes hors unité avec le centre de mise en forme des matériaux (CMAT) et des unités de recherche d'autres établissements : Laboratoire d'Informatique Gaspard-Monge (LIGM / Équipe algorithmes, architectures, analyse et synthèse d'images) et Ifpen.

Deux membres du CMM ont soutenu leur HDR. Enfin, l'équipe a reçu un « Best paper award » lors de la conférence ISMM 2019.

Le CMM mène une activité de transfert soutenue dans le cadre de partenariats industriels. Les ressources propres proviennent principalement de cette activité de valorisation. L'activité de transfert lui assure 79 % de ses ressources financières propres. 13,6 % des recettes résultent d'appels à projets et 7,4 % de subventions. Les principaux partenaires sont des grands organismes : L'Oréal, CEA, FARECO, SAFRAN, RATP. Ces ressources propres représentent en moyenne 43 k€ par an et par enseignant-chercheur permanent.

Il est à souligner également que des collaborations sont pérennes avec plusieurs partenaires industriels comme L'Oréal, FARECO, CEA et SAFRAN, signe de confiance et de reconnaissance des compétences de l'équipe. Le 15<sup>e</sup> anniversaire de la collaboration entre L'Oréal et l'équipe illustre bien un exemple de cette confiance. Les différents développements algorithmiques résultant des travaux de recherche amont font l'objet d'un transfert industriel. Les méthodes développées sont intégrées dans un logiciel par une PME mise à disposition de L'Oréal. Un brevet a été déposé.

## Points faibles et risques liés au contexte

La montée en charge des enseignements, la conduite d'une activité de recherche concurrentielle aux niveaux national et international avec un effectif faible de permanents ont impacté la production scientifique et n'ont pas permis au CMM d'atteindre tous ses objectifs. Le nombre d'articles dans des revues de premier plan et des communications dans des conférences de référence ont chuté respectivement de 11 % et 23 %. Les sources de financement provenant de contrats industriels ont aussi été impactées (-61 %). La période COVID a également eu un impact sur ces baisses.

Le maintien d'une activité de recherche amont, ambitieuse et concurrentielle avec une phase de transfert immédiate vers le secteur industriel est fragile vu l'effectif du CMM. Les six thèmes affichés sont surdimensionnés par rapport à l'effectif.

Le manque de recrutement de cadres de recherche et de personnel technique pourrait à terme nuire à la qualité de la recherche amont et à sa valorisation vers le secteur industriel.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

Les activités de recherche conduites par le CMM sont d'un très bon niveau. Le CMM continue à développer une activité de recherche amont pour apporter des solutions concrètes aux problèmes applicatifs faisant appel à l'analyse et à l'interprétation du contenu informationnel des données et des images. Cette démarche contribue significativement à la fois à l'enrichissement scientifique du domaine et au rayonnement international. Cette stratégie a permis, de plus, de nouer un lien fort avec de grands groupes pour un enrichissement mutuel.

Pour soutenir l'activité de recherche, le CMM a recruté 25 nouveaux doctorants depuis juin 2017. Des collaborations avec d'autres centres de l'unité (CRI, CAS) et hors unité (Centre de mise en forme des matériaux, Centre de Bioinformatique, Centre de Géosciences) de l'école sont menées. Enfin, une réflexion sur le recentrage des thèmes de recherche a été conduite. Pour pouvoir accompagner une activité de recherche créative, un projet ERC est en cours de montage. Ces investissements et actions présentent des atouts pour que le centre reste expert mondial dans le domaine de la morphologie mathématique et soit compétitif pour répondre aux nombreux besoins des industriels.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le centre doit concentrer ses efforts pour renforcer la publication dans les revues de premier plan des différents domaines couverts.

Pour maintenir la position d'expert en morphologie mathématique appliquée à l'imagerie, domaine très concurrentiel et « convoité », un recentrage sur moins de thèmes est à privilégier en mettant l'accent davantage sur la spécificité et l'originalité des travaux.

Par ailleurs, un effort est à fournir pour investir dans le montage et le portage de projets partenariaux européens et internationaux répondant à des appels.

**Équipe 5 :** Centre de Recherche en Informatique (CRI)

Nom du responsable : Mme Corinne Ancourt

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le centre organise ses activités autour de la thématique des langages informatiques, qui permet d'organiser de manière cohérente des activités variées et riches, qui vont de l'optimisation des programmes et la compilation à la preuve de programme, en passant par la conception de langages dédiés (Domaine Specific Languages), le HPC (calcul hautes performances) et le Cloud Computing. Des thématiques émergentes, comme la Blockchain et le Machine Learning, ont encore enrichi les applications visées et les méthodes utilisées, mais elles peuvent aussi construire des ponts entre les différents axes du centre. Enfin, les activités du centre s'appuient sur des développements sur le long terme de logiciels très visibles (PIPS, Dedukti). Les recherches du centre ont pour objectifs la minimisation du temps de calcul et de l'énergie consommée d'une part, et la certification des logiciels d'autre part, qui contribuent de manière pertinente à des enjeux sociétaux et environnementaux forts.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Concernant les activités de recherche, la première recommandation porterait sur le développement d'une production scientifique d'excellence. Le nombre de publications (21 revues, 50 conférences internationales) est comparable à celui de la précédente période. Si la qualité des publications est en général très bonne, la production manque d'éléments extrêmement visibles.

Concernant le transfert et la production logicielle, les recommandations portaient sur la définition d'une stratégie claire. La stratégie de transfert et de coopération avec le monde socio-économique n'est toujours pas explicitement définie, mais une volonté de développement des activités de transfert est à noter sur la fin de la période évaluée. Concernant la production logicielle, les développements de qualité se sont poursuivis, mais sans stratégie claire et sans priorités marquées.

Une recommandation portait sur la lisibilité des activités à l'extérieur. La présentation des activités de recherche autour des langages informatiques et des différents axes est très pertinente et très claire, ce qui a permis d'établir des nouvelles collaborations (industrielles, académiques nationales et internationales).

Concernant la vie de l'équipe, la recommandation portait sur la continuation des efforts d'animation scientifique. La crise sanitaire a eu un effet très positif sur l'organisation et la vie du centre, avec des pauses collectives quotidiennes et des réunions hebdomadaires.

La dernière recommandation portait sur la préparation de l'avenir compte tenu des départs à la retraite. Même si le centre est conscient des difficultés et risques de la situation actuelle, il n'a pas encore réussi à trouver les moyens pour compenser ces départs, ou à recentrer ses activités.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	2
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>7</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	7
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>7</b>
<b>Total personnels</b>	<b>14</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Le centre mène des activités scientifiques de très bon niveau international, logiquement organisé autour des langages informatiques et visant la production de codes informatiques efficaces et sûrs. Le comité juge que le spectre thématique est très large au regard du potentiel humain.

Le centre participe et a parfois initié des projets logiciels ouverts de visibilité internationale, en particulier en preuve de programme et en calcul hautes performances.

Qualitativement et quantitativement la production scientifique est très bonne. Les collaborations internationales sont également très bonnes mais sont encore insuffisamment formalisées.

Les activités en lien avec le monde socio-économique sont bonnes. On observe un rebond au cours des dernières années qui est une bonne opportunité de redéfinir les priorités applicatives. Les membres de l'équipe participent activement à l'animation de la recherche (organisation de workshops, participation à des comités de programme, évaluations, jurys).

La médiation scientifique du centre est peu développée.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est de très bon niveau. En se limitant aux très bonnes revues et conférences, le comité a retenu 40 publications importantes (12 articles dans des revues et 28 conférences), soit 1.1 publications par EC et par an. Certains logiciels co-développés par le centre sont très visibles (Dedukti) ou très prometteurs (Locus).

Le centre a renforcé sa visibilité internationale qui est jugée très bonne, en augmentant sensiblement le nombre d'invitations à l'étranger pendant la période avec trois séjours de plus de trois mois des membres permanents de l'équipe (à Urbana-Champaign, Wesleyan, Brésil). La participation du CRI aux comités de programme et aux tâches éditoriales est bonne, en particulier avec l'organisation annuelle du Workshop WAMCA.

Les contributions scientifiques du centre CRI sont de niveau international, en particulier autour de la preuve de programmes, du HPC (calcul hautes performances) et de l'optimisation de code. En preuve de programmes, Dedukti est un logiciel très visible, porté par une large communauté et dans lequel le CRI a des contributions centrales (vodk et GeoCoq en particulier). En HPC, le centre a une bonne visibilité qui lui permet d'avoir un réseau international de collaborations de haut niveau (Brésil avec Rio et Fluminense, États-Unis avec Urbana-Champaign). En optimisation, Locus est un outil très prometteur et qui peut se combiner aux compétences historiques du CRI autour de la compilation et la réécriture de programmes.

Le CRI a subi une baisse de ses ressources contractuelles avec les partenaires non académiques par rapport à la période précédente. Néanmoins, l'évolution au cours de la fin de la période d'évaluation est très positive, avec en particulier trois conventions Cifre signées depuis septembre 2021.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le point faible principal du CRI est lié à la combinaison de sa petite taille et de sa grande couverture thématique. Si cette grande variété thématique est une richesse du point de vue de la visibilité (vis-à-vis des partenaires industriels en particulier), elle ne permet pas d'avoir une masse critique suffisante sur l'ensemble des sujets et ne permet pas de générer des collaborations directes et naturelles à l'intérieur du centre, même si des opportunités existent, en particulier à la fois pour l'utilisation de l'apprentissage pour optimiser les codes (Locus) et pour l'optimisation des algorithmes d'apprentissage sur des machines HPC, pour laquelle le CRI possède des compétences évidentes.

Un risque fort lié au contexte est lié aux départs en retraite à l'échelle des cinq à dix prochaines années et au fait que le CRI n'a pas recruté dans la dernière période.

L'attractivité et la visibilité internationale de l'équipe doivent être améliorées, ce qui passe par une présence plus forte dans l'animation de sa communauté de recherche. La participation à des projets collaboratifs (au niveau national ou européen) doit également être développée. Enfin, les activités en lien avec la médiation scientifique auprès de publics non académiques sont insuffisantes.

Au niveau des publications, même si le niveau général est très bon, il manque des contributions extrêmement visibles et publiées dans les meilleures conférences et revues. Dans le domaine des logiciels, il existe un risque lié à la quantité de ressources humaines que le CRI peut engager dans chaque projet et il faut réfléchir à une

stratégie pour valoriser et augmenter la visibilité des contributions du CRI dans de gros projets comme Dedukti (et peut être Locus dans le futur).

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe s'appuie sur une compétence historique forte et visible en compilation et en HPC, qui s'est élargie et diversifiée à l'occasion des derniers recrutements. Le rôle moteur du CRI dans le master MSIT est très important et permet de renforcer la place du CRI dans la formation et d'apporter des ressources importantes. Les efforts menés ces deux dernières années pour diversifier les ressources du centre et accroître les collaborations industrielles, qui avaient diminué au début de la période d'évaluation, ont produit des effets positifs, avec en particulier plusieurs conventions Cifre durant la dernière partie de la période. Pendant la dernière période, l'équipe a fait des efforts pour publier ses contributions dans de très bons journaux et conférences.

Les perspectives présentées par le centre sont extrêmement pertinentes et parfaitement cohérentes avec les forces et les expertises du centre. Les travaux sur la blockchain et l'apprentissage automatique doivent permettre de lier DSL, preuves, compilation et optimisation de performances. Ces sujets sont d'excellentes opportunités de renforcer les collaborations à l'intérieur de l'équipe.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le CRI a une richesse thématique qui permet de couvrir un large spectre avec des compétences individuelles fortes. Il est important d'arriver à identifier des projets partagés sur lesquels les forces locales sont suffisantes pour assurer une forte visibilité au centre. Il est important que leur développement soit l'occasion de renforcer les liens à l'intérieur de l'équipe, sans ajouter de nouvelles thématiques.

Le centre doit continuer ses efforts pour publier dans les toutes meilleures conférences et revues des différents domaines couverts et également renforcer sa présence et sa visibilité dans les comités de programme et les comités éditoriaux.

Le contexte socio-économique et les appels à projets (européens en particulier) offrent beaucoup d'opportunités au centre pour développer ses collaborations académiques et industrielles en s'appuyant sur ses compétences fortes et avérées (HPC, compilation, optimisation de code, preuve de programme) et le comité invite l'équipe à les utiliser.

Étant donné les défis et les ambitions du centre et de sa pyramide des âges, il est essentiel de renforcer le centre avec un recrutement extérieur, en identifiant bien quel profil peut renforcer les synergies internes. Il est également essentiel de structurer et de formaliser l'excellent réseau de collaborations du centre (académique national, international et industriel) sous la forme de contrats ou d'actions collaboratives. Cette formalisation des collaborations permettrait de mieux mettre en avant la contribution du centre dans les différents logiciels (Locus, Dedukti en particulier) auxquels il participe.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATES

**Début :** 17 octobre 2023 à 08h00

**Fin :** 19 octobre 2023 à 17h00

**Entretiens réalisés : en présentiel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

#### 17 octobre 2023

- 8h20 : Accueil du comité
- 8h30 – 9h30 : Réunion à huis clos des membres du comité
- 9h30 – 9h50 : Introduction de la visite par le Conseiller Scientifique (CS) du Hcéres (nom intervenant) et présentation du comité  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 9h50 – 10h50 : Présentation du bilan de l'unité par la direction de l'unité (50 % présentation et 50 % questions)  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 10h50 – 11h20 : Pause-café
- 11h20 – 12h : Présentation par la direction actuelle et future de la trajectoire de l'unité incluant les perspectives (50 % présentation et 50 % questions)  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 12h – 13h30 : Réunion du comité à huis clos avec plateaux repas  
Présence : membres du comité, CS Hcéres
- 13h30 – 14h30 : Présentation de l'équipe CAOR (50 % présentation et 50 % questions)  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 14h30 – 15h30 : Présentation de l'équipe CAS (50 % présentation et 50 % questions)  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 15h30 – 16h00 : Pause-café
- 16h00 – 17h00 : Présentation de l'équipe CMA (50 % présentation et 50 % questions)  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 17h00 – 19h30 : Réunion du comité à huis clos. Présence : membres du comité, CS Hcéres
- 19h30 : Départ pour le restaurant Présence : membres du comité, CS Hcéres

#### 18 octobre 2023

- 8h20 : Accueil
- 8h30 – 9h30 : Présentation de l'équipe CMM (50 % présentation et 50 % questions)  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 9h30 – 10h20 : Présentation de l'équipe CRI (50 % présentation et 50 % questions)  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité
- 10h20 – 10h50 : Pause-café
- 10h50 – 12h00 : Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité, CS Hcéres
- 12h00 – 13h50 : Session posters avec une restauration de type buffet.  
Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS Hcéres, toute l'unité.
- 14h00 – 17h00 : Créneau SCIENCE est à l'initiative de l'unité : focus scientifiques notamment liés au contenu des portfolios unité et équipes, visites des plateaux techniques.
- 17h00 – 19h30 : Réunion du comité à huis clos. Présence : membres du comité, CS Hcéres

19h30 : Départ pour le restaurant. Présence : membres du comité, CS Hcéres

**19 octobre 2023**

8h20 : Accueil

8h30 – 9h10 : Rencontre avec les représentants des personnels administratifs et techniques  
Présence : membres du comité, CS Hcéres,

9h10 - 9h50 : Rencontre avec les représentants des doctorants et post-doctorants.  
Présence : membres du comité, CS Hcéres.

9h50 – 10h30 : Rencontre avec les représentants des enseignants-chercheurs et chercheurs.  
Présence : membres du comité, CS Hcéres,

10h30 – 11h00 : Pause-café

11h00 – 12h00 : Réunion du comité avec les représentants de la tutelle.  
Présence : membres du comité, CS Hcéres

12h00 – 12h40 : Réunion du comité avec la direction actuelle et la direction future de l'unité.  
Présence : membres du comité, CS Hcéres

12h40 – 16h30 : Réunion huis clos avec plateaux repas. Présence : membres du comité, CS Hcéres

Le comité quitte le site vers 17h00

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**Arnaud TOURIN**

Vice-président recherche, sciences et société

+33 1 80 48 59 13  
[arnaud.tourin@psl.eu](mailto:arnaud.tourin@psl.eu)

Paris, le 26 février 2024

M. Eric SAINT-AMAN  
Directeur  
Département d'évaluation de la recherche  
HCÉRES

**Référence : DER-PUR250024271 - MathSyst - Mathématiques et systèmes.**

Monsieur le Directeur,

L'Université PSL et MINES Paris-PSL remercient l'ensemble des experts du Comité pour leur travail d'évaluation.

Vous trouverez ci-après les observations de portée générale formulées sur leur rapport par MINES Paris-PSL.

Je vous prie de recevoir, Monsieur le Directeur, mes salutations les plus cordiales.



Arnaud Tourin

Direction Générale

Paris, le 19 février 2024

**Évaluation de l'Unité de Recherche MATHSYST**  
**MATHEMATIQUES ET SYSTEMES**  
**Observations**

La Direction de Mines Paris - PSL tient à remercier le Comité de visite HCERES pour l'objectivité et le sérieux de son évaluation qui a notamment salué les résultats scientifiques de l'Unité Mathématiques et Systèmes et leur impact sur le monde socio-économique.

Nous souhaitons néanmoins apporter des éléments de réponse à quelques points d'attention mentionnés dans le rapport d'évaluation.

Concernant la stratégie d'Unité, le mode de fonctionnement avec une forte autonomie des centres est totalement assumé car il permet une grande souplesse à chacun d'entre eux tout en leur permettant de bénéficier, selon les besoins, de l'appui et d'un arbitrage collégial au niveau de l'Unité - sans rapport hiérarchique strict - ainsi que, dans une certaine mesure, de la mutualisation de certains services.

Selon cette approche, la stratégie de recherche est fondée sur l'identification par nos chercheurs les plus expérimentés des axes de recherche à fort potentiel de publication/valorisation. Le nombre de thématiques assez large pourra bénéficier à l'avenir d'un travail d'articulation pour le rendre plus lisible vis à vis de l'extérieur, comme le suggère le Comité. A ce titre, la participation des Centres au cluster IA et aux Grands Programmes de PSL ainsi qu'aux instituts TTI.5 et ITN de Mines Paris – PSL devrait contribuer à mettre en avant plusieurs lignes de force des activités de l'Unité.

Par ailleurs, les questions de PI et de valorisation, très justement pointées par le Comité, font d'ores et déjà l'objet à l'échelle de l'établissement d'un travail de fond qui bénéficiera à l'ensemble des Unités de recherche.

L'attractivité et le rayonnement des Unités de Mines Paris – PSL sont des sujets de première importance car ils sont essentiels pour maintenir le niveau de qualité des activités de recherche ainsi que la crédibilité de nos centres vis-à-vis de nos partenaires. En ce sens, le recrutement et l'accompagnement des doctorants font l'objet d'un soin tout particulier afin de garantir un niveau qualitatif et un taux de réussite élevés, conforme - sinon meilleur – aux standards nationaux.

Par ailleurs, l'Unité Mathématiques et Systèmes aura à cœur de poursuivre ses efforts en matière de mobilité – avec plusieurs acteurs académiques majeurs – en appui sur PSL. Elle veillera également à renforcer ses actions de communication grand public, notamment par le biais de ses deux instituts.

Enfin, s'agissant des problématiques RH, la Direction de l'établissement est tout à fait consciente des enjeux et a mis en place une politique de recrutement devant permettre, en dialogue étroit avec ses unités de recherche, d'affecter les postes au plus près des besoins (personnels recherche et d'appui), de manière à garantir un fonctionnement optimal des équipes tout en tenant compte des ressources disponibles.

Pour conclure, Mines Paris - PSL tient à remercier les membres du Comité d'évaluation du HCERES pour le très bon esprit - constructif, attentif et bienveillant - dont ils ont fait preuve lors de l'évaluation de l'Unité, ainsi que l'ensemble des personnels de Mathématiques et Systèmes pour leur implication dans cet exercice d'évaluation exigeant.

Vincent LAFLECHE  
Directeur Général  
Mines Paris-PSL



Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://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



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T.33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)

[@Hceres\\_](https://twitter.com/Hceres_)

[Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)

