Évaluation de la recherche

# RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

## SAMOVAR – Services répartis, Architectures, Modélisation, Validation, Administration des Réseaux

# SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

## Télécom SudParis – Institut Mines-Telecom / Institut Polytechnique de Paris

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025**
VAGUE E

Rapport publié le 07/03/2025

Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur

Au nom du comité d'experts :

Claude Jard, 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. Claude Jard, Nantes Université (professeur émérite) |
| **Experts :** | M. Stéphane Azou, École nationale d'ingénieurs de Brest – ENIB, Brest<br>M. Olivier Barais, Université de Rennes 1<br>M. Pierre-Antoine Bouttier, CNRS, Grenoble (personnel d'appui à la recherche)<br>Mme Gersende Fort, CNRS, Toulouse<br>Mme Daniela Grigori, Université Paris Dauphine PSL, Paris<br>Mme Claudia-Lavinia Ignat, Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique, Villers-lès-Nancy<br>M. Pascal Lafourcade, Université Clermont-Auvergne, Aubière<br>Mme Florence Sedes, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier - UPS (représentante du CNU)<br>M. Fabrice Theoleyre, CNRS, Illkirch |

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Elisabeth Murisasco

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

M. Hervé Debar, Télécom SudParis
M. François Dellacherie, Télécom SudParis

# CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Services répartis, Architectures, Modélisation, Validation, Administration des Réseaux
- Acronyme : SAMOVAR
- Label et numéro : UMR 5157
- Nombre d'équipes : sept équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. François Desbouvries (directeur), MM Badr-Eddine Benkelfat, Randal Douc et Walid Gaaloul (directeurs adjoints)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

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

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le domaine de recherche de l'unité se situe dans les sciences et techniques de l'information numérique. Historiquement centré sur les réseaux de télécommunications, son spectre est maintenant assez large au sein des sciences du numérique. On retrouve les sujets autour des télécommunications comme les réseaux, les technologies optiques, le traitement du signal et le codage, la virtualisation, l'informatique répartie, et la cyber sécurité. Il s'y ajoute une expertise en statistiques, optimisation, traitement des données, génie logiciel et ingénierie pour la santé. Ces thématiques sont développées par les sept équipes de recherche suivantes : ACMES (Algorithmes, Composants, Modèles Et Services pour l'informatique répartie), ARMEDIA (Applied Research for multi Media Enrichment, Diffusion, Interaction and Analysis), Benagil, ISTeC (Information, Signal et Technologies des Communications), NeSS (Networked Systems and Services), SCN (Sécurité et Confiance Numérique) et SOP (Statistiques, Optimisation et Probabilités). En cohérence avec la structuration scientifique de l'Institut Polytechnique de Paris (IP Paris), SAMOVAR contribue aux domaines IDIA (Informatique, Données et Intelligence Artificielle), ICE (Information, Communication, Électronique) et Mathématiques. De façon transversale, l'unité contribue au développement de l'Internet des Objets et de la Science des Données et Intelligence Artificielle. La recherche est conduite par des personnels des disciplines « Informatique » (majoritaire à 66 % pour le domaine IDIA), « Génie informatique, automatique et traitement du signal » et « Génie électrique, électronique, photonique et systèmes » (17 % pour le domaine ICE) et « Mathématiques appliquées et applications des mathématiques » (17 % pour le domaine Mathématiques).

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'unité de recherche SAMOVAR existe depuis 2001 au sein de Telecom Sud Paris (TSP), d'abord associé au CNRS, puis laboratoire propre de TSP en 2020. SAMOVAR a fortement grossi jusqu'à comporter l'activité de plus de 100 enseignants-chercheurs (EC), intégrant le maximum d'EC de TSP dans le domaine du numérique, et accueillant plusieurs EC (9) de l'École Nationale Supérieure d'Informatique pour l'Industrie et l'Entreprise (ENSIIE) par une convention signée en 2016.

SAMOVAR est l'un des 32 laboratoires de l'IP Paris. Il est hébergé dans les locaux de TSP à Évry, mais aussi à Palaiseau sur le plateau de Saclay (dans des locaux partagés avec Telecom Paris et la direction générale de l'IMT). Une cinquantaine d'EC de l'unité travaillent sur le site de Palaiseau (soit presque la moitié). Des bureaux de passage sont disponibles sur les deux sites pour faciliter la bi-localisation. En ce qui concerne l'enseignement, les cours de 1ère et 2ème année à TSP sont donnés à Évry, ceux de 3ème année à Évry ou à Palaiseau, les cours de Master IP Paris à Palaiseau.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

TSP, tutelle unique de l'unité, est à la fois une école de l'IMT (Institut Mines-Telecom) et une école membre de l'IP Paris. Le campus d'Évry hébergeant la majorité des membres de SAMOVAR est partagé avec IMT-BS (IMT Business School). L'UEVE (Université d'Evry Val d'Essonne de l'Université Paris-Saclay) et l'ENSIEE sont géographiquement proches. SAMOVAR accueille des enseignants-chercheurs en informatique de l'ENSIEE. À Évry, SAMOVAR bénéficie d'un environnement exceptionnel (Génopôle, CHU, etc.) pour collaborer et contribuer dans le domaine de l'ingénierie pour la santé.

Depuis 2019, l'IP Paris constitue l'environnement de recherche principal de SAMOVAR. L'IP Paris comprend six écoles membres (l'École Polytechnique, l'École Nationale des Ponts et Chaussées ENPC, l'École nationale de la statistique et de l'administration économique ENSAE, l'École nationale supérieure de techniques avancées ENSTA Paris, Telecom Paris et TSP). Ce grand ensemble comprend l'activité de 1200 doctorants et de 2100 enseignants-chercheurs. La plupart des doctorants de SAMOVAR sont inscrits dans l'École Doctorale multidisciplinaire IP Paris couvrant toutes les disciplines de l'IP Paris, à l'exception des Mathématiques. Dans ce

dernier domaine, SAMOVAR inscrit ses doctorants dans l'École Doctorale Mathématique Hadamard (EDMH) et a obtenu en 2023 d'être reconnu comme laboratoire de la Fondation Mathématique Jacques Hadamard (FMJH), fondation structurant la recherche en Mathématique sur le plateau de Saclay.
L'IP Paris a un partenariat stratégique avec Inria. C'est dans ce contexte qu'a été créée une équipe-projet Commune, appelée Benagil au sein de SAMOVAR.

SAMOVAR participe à plusieurs grands programmes pluridisciplinaires de l'IP Paris, y compris dans leurs instances de gouvernance :

- « Energy for climate (E4C) » : sur l'efficacité énergétique (équipes ACMES, Benagil, SOP) et les « smart grids » (équipe NeSS).
- « Hi ! Paris », le centre en Intelligence Artificielle de l'IP Paris, HEC Paris et Inria : sur les méthodes de l'IA (équipes ACMES, ARMEDIA, SCN, SOP) et les implications sociétales (équipe ARMEDIA).

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

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 47 |
| Maîtres de conférences et assimilés | 49 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 23 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **119** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 12 |
| Personnels d'appui non permanents | 14 |
| Post-doctorants | 3 |
| Doctorants | 108 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **137** |
| **Total personnels** | **256** |

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

| Nom de l'employeur | EC | C | PAR |
|---|---|---|---|
| Télécom SudParis | 87 | 0 | 23 |
| Autres | 9 | 0 | 0 |
| **Total personnels** | **96** | **0** | **23** |

# AVIS GLOBAL

Historiquement centrée sur la recherche en télécommunications, l'unité a considérablement grossi et couvre maintenant un spectre assez large dans le domaine des sciences du numérique à savoir les sciences du logiciel et des systèmes, le traitement des données, les réseaux et les communications numériques, la sécurité, les statistiques et l'optimisation. Elle a réussi à s'imposer comme une unité qui compte (aux niveaux local, national et international) notamment dans les grands domaines transverses comme l'Internet du futur, l'Intelligence Artificielle, la sécurité numérique ou l'ingénierie pour la santé.

Plus précisément, le comité a noté un ensemble de résultats originaux formant les « pépites » des équipes de l'unité. ACMES s'est distinguée sur les graphes de propriétés (SIGMOD 2023 International Conference on Management of Data) et la génération des datasets personnalisables (PerCom 2022 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications) par exemple. Au titre des réalisations fortes de

ARMEDIA mettant en valeur ses résultats sur des domaines nouveaux, on peut citer le laboratoire commun IATV avec France Télévision ou la preuve de concept avec CaptureStudio (capture de mouvements expérimentés à l'Opéra de Marseille, et au théâtre du Châtelet à Paris). Benagil a réussi une percée dans la communauté système en publiant dans SOSP 2021 Symposium on Operating Systems Principles (3ème article français depuis la création de la conférence) ses travaux sur la mémoire persistante pour le langage Java. ISTeC a eu des contributions marquantes en calcul neuromorphique photonique (récompensé par un prix de thèse IP Paris en 2023) et a obtenu des résultats remarquables sur le calcul de bornes théoriques et les schémas de codage pour l'optimisation des performances des réseaux sans fil (dont 3 publications dans IEEE Trans. on Information Theory). L'équipe NESS a présenté une contribution majeure avec le « Quantum wireless sensing », utilisant les niveaux énergétiques des atomes, présenté à ACM Mobicom 2023 International Conference On Mobile Computing And Networking. On peut aussi citer l'utilisation de l'apprentissage par renforcement distribué pour respecter des SLAs publié dans IEEE Trans. on Network & Service Management en 2022. Un point remarquable de l'équipe SCN est d'avoir obtenu deux projets ANR JCJC durant la période (un sur la sécurisation des protocoles réseaux et un sur l'apprentissage fédéré pour le respect de la vie privée). L'équipe SOP a une excellente renommée et se distingue sur les modèles statistiques à données cachées et l'optimisation combinatoire axée sur les graphes. Elle a par exemple conçu de nouveaux algorithmes pour l'inférence variationnelle publiés dans Neural Information Processing Systems en 2021 (NeurIPS).

Globalement le volume et la qualité des publications de l'unité sont excellents. L'unité a mis en place une politique de production qualitative qui porte ses fruits, visant des conférences à grande visibilité et portant un effort particulier sur la sélectivité des publications en revues. (IEEE Trans. On Mobile Computing, Pattern Recognition, IEEE Internet of Things journal, IEEE Communication Magazine par exemple). L'unité présente aussi une offre riche et diversifiée de plateformes qui sont très bien corrélées aux champs de recherche de l'unité.

Le rayonnement de l'unité est très bon. La présence au niveau international est attestée par la participation à de nombreux comités éditoriaux ou d'expertise (Elsevier Internet of Things, IEEE Trans. On Information Forensics and Security, IEEE Trans. on Signal Processing par exemple) avec une implication variable suivant les équipes. L'unité recrute de nombreux doctorants et des EC au niveau MCF. Elle doit cependant cultiver son attractivité dans un environnement scientifique régional très riche et compétitif.

L'unité entretient des relations soutenues avec le monde économique, sur des sujets sociétaux majeurs que sont la souveraineté numérique ou l'ingénierie en santé. Un tiers des doctorants effectue notamment leur thèse dans le cadre de conventions Cifre et plusieurs laboratoires communs avec des industriels ont été mis en place (avec France Télévisions, Davidson, Airbus, ByoNetworks). La production de brevets traduit aussi une activité importante de transfert technologique. La production logicielle de l'unité mériterait néanmoins d'être mieux protégée et exploitée. L'unité est aussi engagée dans la communication avec le grand public et l'équipe ARMEDIA interagit fortement avec le monde de la culture.

Globalement, l'unité possède un niveau de ressources suffisant avec un bon équilibre public/privé. La direction de l'unité ne possède toutefois que très peu de marge de financement pour piloter une politique de recherche. L'unité est bien structurée avec une équipe de direction, un conseil de direction (appelé conseil scientifique) et un conseil de laboratoire. En tant que laboratoire propre de TSP, l'unité s'appuie fortement sur les services et les moyens de l'établissement déployés sur les six départements d'enseignement et de recherche de l'école. L'unité met en œuvre la stratégie de TSP et de l'IMT en matière de ressources humaines et de positionnement scientifique général. Cette situation pose toutefois la question de l'affichage en propre de SAMOVAR dans la communication interne en particulier. La bilocalisation des équipes entre Évry et Palaiseau reste un point d'attention à surveiller pour maintenir la cohésion dans les équipes et l'unité tout entière.

La formation doctorale dispensée au sein de l'unité est importante. Le comité trouve que la participation des doctorants à la production scientifique telle qu'elle apparaît dans la liste des auteurs dans les publications est relativement faible (avec un taux de participation inférieur à 50 %).

L'unité entend trouver toute sa place au sein de l'IP Paris en participant activement à la construction du secteur numérique de l'institut. Son avenir et celui de ses membres dépendront de la restructuration proposée, dans laquelle les pépites scientifiques de l'unité doivent être bien mises en avant.

La très bonne visibilité et l'excellence de la production scientifique est partagée par l'ensemble des équipes de l'unité. Par ailleurs, comme points saillants, ACMES est particulièrement impliquée dans l'animation scientifique de sa communauté, Benagil s'investit dans la construction de plateformes logicielles d'envergure (comme EZTrace par exemple) et ARMEDIA est remarquablement active sur des sujets de niche en lien avec la société et les entreprises culturelles.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

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

De nombreuses recommandations ont été faites dans le précédent rapport d'évaluation. Elles sont rappelées ci-dessous point à point avec l'analyse de leur prise en compte.

*« Veiller à la qualité des supports de publication »* : l'unité a construit un guide des bonnes pratiques. Le comité reconnait la qualité du travail réalisé et constate l'effet positif sur la production scientifique de l'unité.

*« Veiller à l'équilibre activité académique / activité contractuelle pour certains »* : globalement pour l'unité et pour les équipes, cet équilibre est assuré.

*« Susciter des candidatures CNRS »* : l'unité n'étant plus associée au CNRS, la question ne se pose plus à cette échelle. Le comité note que l'attractivité des chercheurs de haut niveau reste un point de vigilance qui doit être pris en compte par l'unité.

*« Mutualisation des plateformes et personnels d'appui »* : le comité souligne un certain flou dans la définition même de ce qui s'appelle plateforme et dans la façon dont elles sont opérées et utilisées par les équipes.

*« Baisse du nombre de doctorants »* : l'unité retrouve un nombre croissant de doctorants qui passe de 84 à 120 durant le mandat. 120 doctorants pour une soixantaine de membres HDR est bien, sans être exceptionnel.

*« Structuration de l'équipe de direction »* : le directeur est maintenant assisté de trois directeurs adjoints permettant notamment une meilleure représentation dans les trois départements (IDIA, ICE et Maths) concernés de l'IP Paris.

*« Animation scientifique des équipes »* : elle demeure variable suivant les équipes. Il est clair que la bi-localisation n'aide pas.

*« Place de l'unité dans l'IP Paris et éléments différenciants »* : l'unité a bien listé les différents domaines d'intervention, sans toutefois mettre suffisamment en valeur les « pépites » scientifiques qu'elle apporte dans un environnement très compétitif.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

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

Historiquement centrée sur la recherche en télécommunications, l'unité a considérablement grossi et couvre maintenant un spectre assez large dans le domaine des sciences du numérique. Elle a réussi à s'imposer comme une unité qui compte dans ce domaine (aux niveaux local, national et international) et entend trouver toute sa place au sein de l'IP Paris en participant activement à la construction du secteur numérique de l'institut. La prospective scientifique de l'unité se construit essentiellement au sein des équipes, avec un risque de dispersion.

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

Le budget de fonctionnement dont bénéficie l'unité s'élève à presque 5 M€ par an et est relativement stable. Il permet aux équipes de financer leur activité (recrutement de doctorants, ingénieurs, post-doctorants, stages, missions). Pour plus de 95 %, il s'agit de ressources contractuelles. Globalement, l'unité présente un très bon équilibre public/privé sur les financements. Le besoin en personnel d'appui à la recherche pour soutenir le développement des plateformes et de la production de logiciels est sous-estimé. Il est à noter toutefois que la direction de l'unité ne possède que très peu de marge de financement pour piloter une politique de recherche au niveau de l'unité.

## Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité est bien structurée avec une équipe de direction, un conseil scientifique et un conseil de laboratoire. La bi-localisation de l'unité rend difficile l'animation scientifique. En tant que structure propre de TSP, l'unité s'appuie fortement sur les services et les moyens de l'établissement et met en œuvre la stratégie de TSP et de l'IMT en matière de ressources humaines et de positionnement scientifique général. Toutefois le sentiment d'appartenance à l'unité est occulté par la structure de l'école en départements d'enseignement-recherche. Le comité note l'anomalie que représente la très faible présence de personnels féminins à des postes de responsabilité scientifique et s'étonne de l'absence de mesures prises pour y remédier.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Historiquement centrée sur la recherche en télécommunications, l'unité a considérablement grossi et couvre maintenant un spectre assez large dans le domaine des sciences du numérique. Son activité scientifique est assurée par les travaux de sept équipes de recherche couvrant les sciences du logiciel et des systèmes, le traitement des données, les réseaux et les communications numériques, la sécurité, les statistiques et l'optimisation. Des travaux inter-équipes couvrent les axes transverses de l'Internet des objets et de la science des données et Intelligence artificielle (IA).

La stratégie actuelle de l'unité consiste à participer pleinement et trouver la meilleure place possible au sein des stratégies de l'IMT et de la structuration à venir du domaine du numérique au sein de l'IP Paris. L'arrêt de SAMOVAR et la redistribution de son expertise au sein d'une ou de plusieurs nouvelles unités est à l'étude, tenant compte notamment d'un recouvrement existant aujourd'hui avec le LTCI (Laboratoire du Traitement et Communication de l'Information), ainsi qu'une complémentarité avec le LIX (Laboratoire d'Informatique de l'X) et l'U2IS (Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes de l'ENSTA). L'unité met en avant ses compétences particulières en ce qui concerne la sécurité/sûreté, les infrastructures numériques du futur, la science des données et l'IA, la santé numérique. Sur tous ces thèmes, elle a produit des contributions très pertinentes. Concernant l'activité autour de l'Internet des objets, on peut citer des contributions majeures sur une proposition d'architecture fédérée contextuelle, l'échange adaptatif de données, un système de chiffrement multi-autorité, ou encore l'utilisation de l'apprentissage machine pour détecter des anomalies. La recherche en IA est aussi présente dans plusieurs équipes avec des recherches sur les méthodes (inférence bayésienne variationnelle, modèles markoviens paramétrés, réseaux de neurones récurrents), la question cruciale de l'explicabilité, ainsi que des applications en ingénierie comme l'optimisation dans le transport.

Au sein de l'environnement très compétitif de l'IP Paris, l'unité veille à recruter au meilleur niveau possible et soigne la qualité de ses publications. Les membres de SAMOVAR s'impliquent largement dans les différentes commissions définissant et mettant en œuvre la politique d'enseignement-recherche de l'IP Paris. C'est en particulier le cas dans les comités de pilotage de plusieurs centres interdisciplinaires (par exemple pour HI!Paris en IA ou le CIEDS, centre interdisciplinaire pour la sécurité et la défense avec notamment la chaire architecture des systèmes complexes financée par Dassault, Dassault systèmes, Naval group, KNDS/Nexter et l'Agence d'Innovation Défense), dans les comités liés à la formation doctorale (en particulier pour des référents HDR dans les domaines IDIA et ICE), et dans le pilotage de l'offre de master dans les mentions Informatique, Électronique, Énergie Électrique et Automatique (E3A) et Mathématiques Appliquées.

#### Points faibles et risques liés au contexte

La stratégie d'intégration au sein de l'IP Paris et la cohérence avec celle de l'IMT ne dépendent pas seulement de l'unité et demandent un dialogue approfondi avec les différentes tutelles pour que la place de SAMOVAR et la spécificité de son expertise soient préservée dans les reconfigurations à venir. La participation des personnels à la construction de la nouvelle unité envisagée est un point essentiel.

Le choix d'organisation de l'unité sur deux sites engendre des difficultés pour animer et gérer les équipes bi-localisées.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Le budget de fonctionnement géré par l'unité s'élève à presque 5 M€ par an et est relativement stable. Ce montant est suffisant pour permettre aux équipes de financer leur activité (recrutement de doctorants, ingénieurs, post-doctorants, stages, missions). Pour plus de 95 %, il s'agit de ressources contractuelles. TSP a mis en place aussi un système de « primes » à destination des départements d'enseignement et de recherche pour récompenser/inciter la valorisation des travaux de recherche et le volume des activités contractuelles.

La moitié des ressources propres provient de financements publics nationaux (20 projets ANR et participation aux PEPR Cybersécurité et Réseaux du futur), ce qui a compensé la diminution importante des financements obtenus sur des projets européens. Un quart des ressources est obtenu par la participation à des projets internationaux (H2020 principalement en Europe).

Les collaborations industrielles comptent aussi pour un quart du financement, notamment à travers des conventions Cifre (plus de 70) et des collaborations de longue durée (3 laboratoires communs avec France Télévisions, Davidson et Airbus, ainsi que 4 chaires industrielles).

Une moyenne de 27 doctorants, pour une soixantaine de personnels HDR, sont recrutés annuellement, ce qui fait un taux d'encadrement doctoral relativement modeste. La durée des thèses est généralement dans la moyenne nationale, à savoir trois ans et quelques mois (financés en général sur les ressources des équipes). Leurs contrats doctoraux sont financés (agences publiques, conventions Cifre, état français et gouvernements étrangers). Il est à noter que l'unité émarge sur les contrats doctoraux de l'IMT et a accès aux financements CARNOT. TSP a une politique d'incitation à passer une HDR.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Le budget directement aux mains de la direction de l'unité est faible (de l'ordre de 50 k€ par an gardé sur la dotation de la tutelle et non reversé sur les équipes). Essentiellement consacré au financement de stages, il ne permet pas vraiment de soutenir des actions transverses spécifiques ou de financer des actions de recherche prospective, privant ainsi la direction de l'unité d'un réel pilotage scientifique.

La baisse d'activité au niveau des projets européens (50 % des ressources lors du précédent mandat de l'unité, et seulement 23 % dans ce mandat), même si du point de vue financier elle a été compensée par les projets des PEPR, est un manque à gagner concernant la construction et l'entretien de réseaux de chercheurs au niveau européen.

L'essentiel de la gestion (que ce soit le suivi des ressources humaines, les contrats ou l'équipement informatique) est assuré par TSP et ses départements. Elle apparaît efficace, mais pose la question de la place de la direction de l'unité dans les prises de décision, dont certaines peuvent être stratégiques.

### *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

L'unité bénéficie des ressources de l'école. Elle s'appuie totalement sur les règles mises en place par l'IMT et TSP pour ce qui concerne la gestion des RH (excepté pour les EC de l'ENSIEE), la sécurité, l'éthique et la protection des données. De façon plus spécifique, l'unité a mis en place un mode de gouvernance adapté, comprenant l'activité de la direction, d'un conseil de direction (dit conseil scientifique) et un conseil de laboratoire. L'unité possède un règlement intérieur. L'unité comprend aussi un référent au développement durable et responsabilité sociétale et participe à des actions de formation, de recherche appliquée et d'analyse systématique de l'empreinte carbone au sein de TSP.

Une convention liant TSP et l'ENSIEE a été mise en place en 2016 pour encadrer l'accueil des EC de l'ENSIEE dans l'unité.

Concernant les RH, l'accent est mis à TSP sur l'attractivité (marque employeur, politique salariale). Au niveau IMT, l'égalité femmes-hommes fait partie d'une attention particulière.

TSP a mis en place un groupe de travail sur la Qualité de Vie au Travail (QVT), traitant les questions du télétravail, le droit à la déconnexion et des formations. Il existe aussi une cellule d'écoute pour traiter notamment les harcèlements et violences, avec le support d'une infirmière, d'une assistante sociale et d'une psychologue.

Concernant la protection des données, TSP a nommé un Délégué à la Protection des Données (DPO) directement rattaché à la direction de l'école et qui traite l'ensemble des questions relatives au Règlement Général européen pour la Protection des Données (RGPD).

Pour ce qui concerne la sécurité des services numériques, TSP héberge ses équipements stratégiques de façon redondée et a défini un plan de continuité et de reprise des services. La Politique de Sécurité des Systèmes d'Information (PSSI) est élaborée à l'échelle de l'IMT.

### Points faibles et risques liés au contexte

32 femmes EC travaillent dans l'unité bien qu'aucune ne soit présente dans l'organigramme que ce soit au niveau de la direction générale ou celle des équipes (à l'exception d'une direction adjointe d'équipe pour l'équipe ISTeC). C'est une régression problématique par rapport au mandat précédent.

L'unité s'appuyant quasi-exclusivement sur les services de TSP et l'IMT, il n'a pas été mis en place le traitement de sujets qui pourraient être spécifiques à l'unité. C'est en particulier envisageable pour le groupe QVT qui peut organiser des événements en faveur de la cohésion de l'unité. Un aspect symbolique, mais signifiant pour le sentiment d'appartenance à l'unité est l'absence d'affichage du nom SAMOVAR dans les locaux de l'école.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

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

Le rayonnement de l'unité est très bon. Les membres de l'unité participent à de très nombreux comités éditoriaux de journaux et de conférences reconnus par la communauté et cultivent un réseau international de collaborations riche et varié. Elle a accueilli de nombreux doctorants (entre 12 et 80 suivant les équipes avec un ratio par HDR compris entre 1,6 pour l'équipe SOP et 7,25 pour l'équipe SCN). L'unité a aussi recruté de nombreux enseignants-chercheurs au niveau MCF pendant le mandat (2 pour chaque équipe ARMEDIA, Bengali et SCN, 4 pour chaque équipe ACMES, ISTeC et NeSS, 7 pour l'équipe SOP). L'unité s'efforce de maintenir son attractivité dans un environnement scientifique régional très riche. Elle bénéficie de l'accompagnement de TSP et de l'IMT pour cela.

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

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

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

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

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

L'unité participe pleinement à l'animation scientifique internationale dans son domaine de recherche, l'implication étant toutefois variable suivant les équipes (l'équipe ISTeC est en retrait sur cet aspect). Sa visibilité internationale est très bonne et même excellente, notamment pour les équipes ACMES, NeSS, SCN et SOP. Les membres de l'unité participent à de nombreux comités éditoriaux de revues internationales de premier plan (on peut citer par exemple IEEE Internet of Things, IEEE Trans. on Signal Processing, IEEE Trans. on Information Forensics and Security, Networks) et ont été invités pour des séjours dans de nombreuses institutions (par exemple

à Dagstuhl en Allemagne et dans des universités comme Southwest University of China, École de Technologie Supérieure à Montréal, l'UQAM au Canada, Université polytechnique de Carthage en Espagne, Technical University of Munich, Université de Rutgers aux États-Unis, Japan Advanced Institue of Science and Technology et National Institute of Information and Communication Technology au Japon). La très bonne visibilité de l'unité est attestée par la présence dans plusieurs comités de programme, de pilotage ou d'organisation de conférences (on peut citer les conférences internationales ICSOC, the International Conference on Service-Oriented Computing, CICM, Conferences on Intelligent Computer Mathematics, CoopIS, NOMS IEEE Network Operations and Management Symposium). Il est à noter plusieurs « best papers », notamment récompensant des doctorants de l'unité (par exemple à l'IEEE International Conference on Services Computing SCC 2018 ou l'International Conference on Wireless Networks and Mobile Systems WINSYS 2022). Plusieurs membres de SAMOVAR ont participé à des comités d'experts, que ce soit pour le Hcéres ou des programmes européens par exemple. C'est aussi vrai pour des comités de pilotage de la recherche que ce soit pour des GDR (Sécurité et IASIS), pour l'IFIP ou pour des structures de l'IP Paris.

Concernant le recrutement des personnels, l'unité s'appuie sur les procédures de TSP et la charte de recrutement édictée par l'IMT. L'IMT a mis l'accent sur la valorisation des EC et TSP accompagne leur carrière, notamment par un avancement accéléré en cas de passage d'une HDR. Les EC bénéficient aussi de référents HDR, mis en place par l'IP Paris. Concernant les doctorants, l'IMT propose une grille de rémunération plus favorable que la grille nationale. Ils émargent aux services des écoles doctorales de l'IP Paris. Par ailleurs, ils ont accès à des mobilités dans le cadre des universités européennes EULIST (côté IMT) et EuroTeQ (côté IP Paris). Signe d'excellents recrutements de jeunes, trois projets ANR JCJC ont été obtenus au cours de la période. Par exemple, l'équipe SCN a obtenu deux projets ANR JCJC : un sur la sécurisation des protocoles réseaux et un sur l'apprentissage fédéré pour le respect de la vie privée.

Plus de 45 % des ressources propres de l'unité sont obtenus essentiellement sur des appels à projets publics compétitifs. Les projets internationaux concernent essentiellement le programme européen H2020 sur lequel l'équipe SCN se distingue particulièrement notamment avec le portage du projet HEIR sur la cybersécurité pour la santé.

Un outil important pour l'attractivité est l'existence de plusieurs plateformes techniques au sein de SAMOVAR. L'unité met particulièrement en avant quatre d'entre elles : un living-lab (appartement test pour le numérique dans le domaine de la santé), une plateforme sur les réseaux à très haut débit, un environnement de test local pour des fédérations de « clouds » et une plateforme de démonstration de l'IoT. L'unité présente une offre riche et diversifiée de plateformes qui sont très bien corrélées aux champs de recherche de l'unité. Sur les neuf plateformes recensées par l'unité, trois d'entre elles sont utilisées par des partenaires industriels, ce qui traduit une volonté de développer sa recherche contractuelle en proposant des outils de recherche et développement adaptés aux besoins des partenaires industriels. Il faut noter que plusieurs plateformes sont également des supports de formation et d'enseignement (p. ex. M4IoT, THD, EVIDENT).

L'unité présente également une forte activité en développement logiciel et une production notable. Par exemple le logiciel libre EZTrace, dans l'équipe Benagil, peut s'apparenter à une dixième plateforme, par son importance en termes d'utilisation au sein de la communauté de recherche (notamment au Brésil, en France, en Turquie ou aux USA pour effectuer des analyses de performance). Ce logiciel est aussi à l'origine d'une collaboration de longue durée avec le Riken au Japon (avec des co-publications).

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

Au vu de la notoriété internationale de plusieurs membres de l'unité et des ressources que peut mobiliser l'environnement, l'unité n'a pas organisé beaucoup de grandes conférences pendant la période (CoopIS International Conference on Cooperative Information Systems en 2022 et 2023, et 40 years of reflected Brownian motion and related topics en 2023). De même, la présence dans des comités d'experts aux niveaux international, européen et national n'est pas très forte. L'équipe ISTeC notamment est en retrait sur ce sujet. Le nombre d'invités internationaux et de post-doctorants n'est pas non plus très important (7 par an en moyenne et concernant plutôt les équipes ISTeC, NESS et SCN).

Il est souvent noté aussi une difficulté à recruter sur certains profils au sein d'un environnement très compétitif.

Le pilotage des carrières (promotions) est organisé localement au sein de TSP et l'IMT, en se privant généralement de recrutements externes de haut niveau et en générant une compétition interne qui peut être compliquée à gérer.

Le financement sur projets internationaux en particulier via les programmes européens a sérieusement diminué pendant la période.

L'unité annonce la présence de neuf plateformes. Le comité souligne un certain flou dans la définition même de ce qui s'appelle plateforme et dans la façon dont elles sont opérées et utilisées par les équipes. La gestion et l'opération de ces plateformes au sein des équipes concernées ne reposent que sur très peu de personnel ingénieur permanent. Le développement logiciel ne bénéficie pas d'un soutien particulier en personnel.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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

Globalement le volume de publications de l'unité est excellent, ainsi que leur qualité.
La répartition des publications entre revues et conférences est équilibrée, l'unité ayant mis en place une politique de production qualitative qui porte ses fruits, visant des conférences très visibles et portant un effort particulier sur la sélectivité des publications en revues.
Le nombre de doctorants accueillis et formés au sein de l'unité est important. L'implication des doctorants est inégale selon les équipes et, même si la tendance a favorablement évolué pendant la période, le comité trouve que la participation des doctorants à la production scientifique telle qu'elle apparaît dans la liste des auteurs des publications reste insuffisante.

L'unité démontre un engagement à produire des recherches de pointe, reconnues mondialement dans certains domaines (comme celui de Benagil par exemple), à promouvoir l'intégration des équipes dans des réseaux de recherche ou instances de haut niveau international (comme la participation à un comité de normalisation pour ARMEDIA par exemple).

La tendance à publier des articles co-signés avec des chercheurs étrangers ou tout du moins extérieurs à l'unité illustre la reconnaissance de certains chercheurs de premier plan dans des réseaux de recherche internationaux, mais, de manière duale, souligne le manque de cohésion de certaines thématiques comme le montre la moindre proportion de papiers co-signés par les membres internes.

La production logicielle de l'unité mériterait d'être mieux capitalisée, protégée et exploitée.

*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 comité a noté un ensemble de résultats originaux formant les « pépites » des équipes de l'unité. ACMES s'est distingué sur les graphes de propriétés (SIGMOD 2023) et la génération des datasets personnalisables (PerCom 2022) par exemple. ARMEDIA s'est fortement impliquée dans le domaine de la santé numérique pour le diagnostic mais aussi par exemple dans l'authentification des personnes par les veines de la main (IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology 2023). Benagil a réussi une percée dans la communauté système en publiant dans SOSP 2021 (3ème article français depuis la création de la conférence) ses travaux sur la mémoire persistante pour le langage Java. ISTeC a eu des contributions marquantes au calcul neuromorphique photonique (récompensé par un prix de thèse IP Paris en 2024) et a obtenu des résultats remarquables sur le calcul de bornes théoriques et les schémas de codage pour l'optimisation des performances des réseaux sans fil (dont 3 publications dans IEEE Trans. on Information Theory). L'équipe NeSS a présenté une contribution majeure avec le « Quantum wireless sensing », utilisant les niveaux énergétiques des atomes, présenté à ACM Mobicom. On peut aussi citer l'utilisation de l'apprentissage par renforcement distribué pour respecter des SLAs publié dans IEEE Trans. on Network & Service Management en 2022. Les travaux sur la sécurisation des protocoles réseaux et sur l'apprentissage fédéré pour le respect de la vie privée ont été particulièrement remarqués dans l'équipe SCN avec l'obtention de deux projets ANR JCJC durant la période. L'équipe SOP s'est distinguée sur les modèles statistiques à données cachées et l'optimisation combinatoire axée sur les graphes. Elle a par exemple conçu de nouveaux algorithmes pour l'inférence variationnelle publiés dans NeurIPS 2021.

Globalement le volume et la qualité des publications de l'unité sont excellents. L'unité a mis en place une politique de production qualitative qui porte ses fruits, visant des conférences à grande visibilité et portant un effort particulier sur la sélectivité des publications en revues.

La production scientifique satisfait ainsi aux critères qualitatifs et quantitatifs auxquels la taille de l'unité et les moyens disponibles doivent concourir comme en témoigne la qualité des supports de publications, par exemple SOSP 2021, ESORICS 2022 European Symposium on Research in Computer Security, ACM MobiCom 2023, VLDB 2022 International Conference on Very Large Databases, SIGMOD 2022 et 2023 (best research industrial paper), TCS Theoretical Computer Science Journal, IEEE Trans. on Signal Processing, NeurIPS.

Plusieurs publications ont été distinguées par des prix, par exemple à VLDB 2022, SIGMOD 2023, PerCom 2022.

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

Le comité trouve que la participation des doctorants à la production scientifique est relativement faible, bien que le bilan fasse état que plus du tiers des publications implique au moins un doctorant. La bi-localisation des personnels, scindant les équipes et éloignant potentiellement les doctorants de leur encadrant, est un point à surveiller pour que les doctorants puissent présenter un ensemble de publications leur permettant de soutenir facilement et de se qualifier MCF s'ils le souhaitent.

Certains membres ont une activité de publication de haut niveau et une forte visibilité, mais se désengagent en partie des tâches de gestion et d'encadrement.

L'hétérogénéité des profils, avec certains chercheurs très impliqués à l'international, risque d'impacter la trajectoire de l'unité avec le départ, retraite ou mobilité, desdits chercheurs.

La politique de publication en science ouverte, associée au baromètre publié par la tutelle, n'est pas encore effective.

La production logicielle de l'unité pourtant importante (et normale pour un laboratoire en sciences du numérique) ne fait pas l'objet d'une protection systématique et d'une stratégie particulière de capitalisation.

## 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 entretient des relations soutenues avec le monde économique, sur des sujets sociétaux majeurs que sont la souveraineté numérique ou l'ingénierie en santé. Un tiers des doctorants effectue notamment leur thèse dans le cadre de conventions Cifre et plusieurs laboratoires communs avec des industriels ont été montés.

Les EC de l'unité sont fortement engagés dans la communication avec le grand public et l'équipe ARMEDIA interagit fortement avec le monde de la culture.

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

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

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

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

L'unité entretient des relations soutenues avec le monde économique, en témoigne le fait qu'un quart de ses ressources propres provient de collaborations industrielles sur des sujets sociétaux majeurs que sont la souveraineté numérique ou l'ingénierie en santé. Le nombre de relations industrielles directes est particulièrement important dans l'équipe ARMEDIA. À noter que presque un tiers des doctorants effectue leur thèse dans le cadre de conventions Cifre (par exemple avec Orange, Nokia, Huawei, PSA, Gemalto, Airbus, ELM Leblanc).

Le comité apprécie la volonté de l'unité d'avoir une politique de recherche partenariale dans la durée avec des industriels. Ceci est concrétisé par exemple par le montage de laboratoires communs avec France Télévision (sur l'IA pour la télévision, par exemple pour la reconnaissance d'émotions ou d'ambiances audio-visuelles), Davidson et Airbus (dans les équipes ARMEDIA et NeSS), ainsi que le financement de chaires industrielles (dans les équipes ARMEDIA, NeSS et SCN), comme celle sur « Les réseaux du futur pour les services de demain » en lien avec la plateforme THD (réseaux Très Haut Débit). L'équilibre public/privé est assuré.

La production de brevets (14 brevets ont été déposés, et 3 logiciels ont été protégés) traduit une importante activité de transfert technologique et un accompagnement fort de la valorisation des contributions, qui est un point fort de l'unité.

L'équipe ARMEDIA tient une place prépondérante sur le sujet de l'interaction avec le monde culturel, notamment à travers le laboratoire commun IATV avec France Télévisions ou la preuve de concept avec CaptureStudio (captures à l'Opéra de Marseille et au théâtre du Châtelet à Paris).

Les EC de l'unité sont fortement engagés dans la communication avec le grand public. De très nombreux podcasts (56 avec une participation importante notamment des équipes ARMEDIA, NeSS et ISTeC) ont été réalisés pour expliquer le métier de chercheur, avec des actions spécifiques auprès des jeunes (équipe ISTeC notamment) et des femmes (équipes ACMES, ARMEDIA et SCN).

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

Les interactions avec le monde culturel sont quasiment limitées au périmètre de l'équipe ARMEDIA.

# ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

L'unité continue à évoluer en s'intégrant de façon volontariste aux changements importants qui se produisent dans son environnement institutionnel. Après avoir grandi considérablement et ouvert son spectre de recherche au sein des sciences du numérique, il s'agit maintenant pour l'unité de participer à la construction d'un futur laboratoire dans le domaine du numérique au sein de l'IP Paris. Il est probable donc que l'unité SAMOVAR telle qu'elle existe aujourd'hui disparaisse et que son expertise se retrouve dans un nouveau laboratoire, évitant les recouvrements qui existent actuellement avec d'autres unités, comme le LTCI par exemple, et s'associe à d'autres présentes au LIX ou à l'U2IS.

Dans ce contexte, il est essentiel que l'unité mette bien en avant son expertise et ses « pépites ». C'est d'autant plus vrai que TSP se trouve dans un environnement très compétitif. Maintenir l'attractivité de TSP sur les sujets de SAMOVAR pour ce futur laboratoire est un défi. Même si l'unité est reconduite à l'identique dans un premier temps, il est important que l'ensemble des personnels participe activement à la construction de la future unité. Cette construction va impacter sûrement la structuration en équipes (du fait des recouvrements, la construction d'équipes mixtes sur plusieurs tutelles sera souhaitable), ainsi que les fonctions de soutien à la recherche (avec des mutualisations possibles). La question du devenir des EC de l'ENSIEE devra aussi être réglée.

Sur un plan scientifique, la prospective mise en avant par l'unité annonce un ensemble de sujets très pertinents sur la sécurité, les infrastructures numériques du futur, l'IA et l'ingénierie pour la santé. Elle reste néanmoins encore un peu générale et embrasse un périmètre très large qu'il faudra affiner suivant l'avancée des réflexions sur la restructuration du domaine du numérique dans l'IP Paris. L'hétérogénéité des profils, avec certains chercheurs très impliqués à l'international, risque d'impacter la trajectoire de l'unité avec le départ, retraite ou mobilité, de ces chercheurs.

Le comité a noté favorablement le point particulier de la construction d'une nouvelle équipe originale sur le quantique et post-quantique qui ne pourra se faire exclusivement au sein de TSP.

Enfin, l'unité n'a pas mis en place un lieu spécifique pour discuter de la prospective scientifique avec l'ensemble des personnels concernés, au-delà de ce qui est pratiqué dans les équipes de recherche. C'est d'autant plus utile qu'une reconfiguration d'ampleur est prévue dans les années qui viennent.

# RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

La parité F/H dans les fonctions de responsabilité scientifique doit impérativement être améliorée.

L'organisation des plateformes peut encore être améliorée en distinguant clairement ce qui est plutôt pérenne, ouvert, et demande un engagement fort de l'unité, notamment en matière de mutualisation des personnels de support.

L'affichage du nom SAMOVAR dans les locaux attribués à l'unité est une mesure simple pour renforcer le sentiment d'appartenance des personnels à l'unité. C'est en particulier sensible pour les nouveaux entrants.

La convention permettant l'accueil des EC de l'ENSIEE devrait être mise à jour pour tenir compte de l'évolution de l'environnement qui a eu lieu depuis 2016.

Le comité trouve que l'unité pourrait accueillir plus de stagiaires, notamment en profitant du vivier que représentent les élèves de l'école.

## *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

L'excellence des travaux de l'unité et la visibilité internationale forte de plusieurs de ses membres justifieraient que l'unité organise plus d'évènements internationaux d'envergure pour augmenter la notoriété du laboratoire.

Le comité recommande une attention particulière dans le suivi des doctorants et leur insertion professionnelle (participation aux publications, aide pour l'insertion professionnelle, suivre leur devenir post-doctorat).

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

Le comité recommande de continuer à privilégier les supports de publication les plus sélectifs et visibles. C'est d'autant plus vrai dans le contexte des discussions à venir pour la construction d'une nouvelle unité avec des nouveaux partenaires académiques du secteur.

Le comité recommande de renforcer la visibilité des plateformes, des logiciels et leur originalité, ce qui sera aussi un atout fort de l'unité.

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

La stratégie de valorisation des logiciels développés dans l'unité doit être explicitée.

La politique de publication en science ouverte, associée au baromètre publié par la tutelle, doit être appliquée de manière plus effective.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** ACMES – Architecture, Continuum cloud, Modèles formels, intElligence artificielle et Services dans l'informatique répartie

Nom du responsable : M. Walid Gaaloul

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe ACMES adresse différents défis des infrastructures logicielles, tels que leur complexité, la dynamicité des données massives et hétérogènes véhiculées par ces infrastructures, et les aspects vérification, preuve et test de la pile logicielle. Les sujets étudiés sont les architectures logicielles (middleware, service, Cloud), la gestion des données, la représentation des connaissances, la modélisation des raisonnements et l'extraction des connaissances (fouille, apprentissage), la vérification et tests en s'appuyant sur des méthodes formelles, et la gestion et la fouille des processus métiers. Les contributions sont appliquées aux domaines importants pour la société comme les espaces intelligents et la sobriété numérique.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a su, au cours de la période, prendre en compte certaines des recommandations du précédent rapport.

*« L'équipe a développé des recherches sur un nombre de thèmes très important. Le risque de dispersion est présent »* : L'équipe ACMES s'est recentrée autour de trois axes :(i) Génie logiciel et intergiciel, (ii) Données et connaissances, et (iii) Méthodes formelles qui adressent des aspects complémentaires des architectures logicielles. Cette organisation est cohérente et favorise une collaboration entre axes (60 % des articles impliquent au moins deux axes). Toutefois, le champ scientifique demeure vaste, et les doctorants/post-doctorants éprouvent des difficultés à ressentir un véritable sentiment d'appartenance à une problématique scientifique commune au sein de l'équipe.

*« L'organisation de l'équipe et son animation sont menées de manière informelle et constituent des points à améliorer. Le risque est de ne pas profiter de la dynamique de la vie d'équipe et de maintenir une organisation en axes de plus en plus étanches. »* : Des efforts ont été faits pour améliorer l'organisation de la vie de l'équipe, avec l'organisation d'un workshop annuel sur deux jours et de séminaires bimensuels.

*« Le ratio de conférences internationales d'excellent et de très bons niveaux par rapport aux conférences obtenues, ratio actuellement inférieur à 16 %, pourrait encore être amélioré. »* : Un effort particulier sur la sélectivité des publications en revues a été fait (avec une amélioration du score de publications dans les meilleurs supports : IEEE Trans. on Service Computing [IEEE TSC], IEEE Trans. on Cognitive and Developmental Systems [IEEE TCDS], IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering [IEEE TKDE], Communications of the ACM [CACM]). Le ratio de conférences internationales de bon niveau, lui, est relativement stable.

Pour d'autres recommandations, des améliorations ont été enregistrées.

*« .. l'activité de développement logiciel est notable, mais il n'y a pas vraiment de stratégie de pérennisation de certains d'entre eux. »* : L'équipe a une activité de production de logiciel et de valorisation mais le risque lié à la pérennisation des logiciels de l'équipe continue à exister.

*« Un point à améliorer est la pérennisation des relations avec l'industrie sur le long terme et avec des partenaires stratégiques »* : En ce qui concerne la relation avec l'industrie, l'équipe a une collaboration fructueuse dans le cadre du laboratoire commun SEIDO (Sécurité et Internet des objets) avec EDF Lab.

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

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 9 |
| Maîtres de conférences et assimilés | 11 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **20** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 3 |
| Personnels d'appui non permanents | 3 |
| Post-doctorants | 0 |
| Doctorants | 19 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **25** |
| **Total personnels** | **45** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique de l'équipe ACMES est excellente.

L'équipe a une très bonne visibilité internationale à travers sa participation aux comités de programme de conférences prestigieuses, à l'organisation et les invitations à des conférences, des invitations de séjour dans des institutions internationales prestigieuses. L'équipe est fortement impliquée dans les différentes instances d'animation et d'évaluation de la recherche au niveau national. L'équipe a de plus eu un succès aux appels à projets ces dernières années, principalement au niveau national, mais l'équipe a aussi été partenaire dans plusieurs projets européens. L'équipe est active de manière significative dans la formation doctorale.

Au regard des sujets potentiels d'interaction, l'équipe collabore peu avec les autres équipes de l'unité. Son champ scientifique est très large, le risque de dispersion reste important et il est important d'anticiper les risques et les opportunités d'intégration à l'IP Paris.

L'équipe ne propose pas de stratégie claire pour développer/maintenir une plateforme logicielle à destination d'une communauté large extérieure aux collègues académiques du domaine.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques de l'équipe ACMES couvrent un spectre large des sujets autour des infrastructures logicielles, tels que les architectures logicielles, la gestion de données, des processus et des connaissances, les méthodes formelles pour la vérification et le test. L'équipe a obtenu des résultats originaux, comme sur les requêtes sur les graphes de propriétés (SIGMOD 2023), sur la génération des datasets personnalisables sur les espaces intelligents (PerCom 2022), la description des politiques d'élasticité des ressources cloud (CAiSE 2018, International Conference on Advanced Information Systems Engineering) et l'application de la théorie de l'argumentation logique pour le raisonnement en présence d'incohérence et d'incertitude (IJCAI 2023, International Joint Conference on Artificial Intelligence).

L'animation de l'équipe se fait via l'organisation d'un séminaire « hors des murs » annuel sur deux jours et de réunions bi-mensuelles en hybride. Pour une équipe de taille importante, au périmètre large, ce séminaire et ses réunions sont un levier important pour la circulation de l'information au niveau du groupe. L'utilisation des ressources « libres » (non associé à un contrat de recherche) de l'équipe (8 000 € par an, 2 stages par an) est

discutée de manière collective. Les ressources financières de l'équipe (500 k€ par an sur 2022 et 2023) sont suffisantes pour permettre la participation à des conférences même sans avoir un article accepté.

L'équipe publie dans des revues à fort impact (par exemple IEEE TSC, The International Journal on Very Large Data Bases, ACM Transactions on Internet Technology, Information Systems Journal, CACM), et des conférences de premier plan (par exemple IJCAI, AAMAS Autonomous Agents and Multiagent Systems, VLDB, PerCom, SIGMOD, CAiSE). Le volume de la production scientifique est aussi excellent (2,5 conférences par ETP/an, 1,7 revues par ETP/an). Un effort particulier sur la sélectivité des publications en revues a été fait (37 % dans des supports exigeants pour ce sixtennat). La qualité des publications en conférence s'est maintenue à un (très) bon niveau de sélectivité (67 % pour ce sixtennat des publications en conférences très sélectives). Enfin l'équipe a été remarquée par l'obtention de différents best papers dans des conférences de tout premier plan comme SIGMOD, VLDB, PerCom, CAiSE.

L'implication des doctorants est relativement bonne : 46 % des publications impliquent la participation d'au moins un doctorant. La plupart des thèses de doctorat sont supervisées conjointement par au moins deux membres de l'équipe.

Les membres de l'équipe ACMES sont très visibles au niveau international. Cela se manifeste par des invitations dans des universités étrangères (p. ex. Ruhr University Bochum Allemagne, Macerata University Italie, Université de Sherbrooke Canada, NOVA University Lisbon Portugal, FMF University of Ljubljana Slovénie, Eindhoven University of Technology Pays-Bas, Luxembourg Institute of Science and Technology Luxembourg, Université Mohamed V à Rabat Maroc, Université Libanaise Liban, National Taiwan University Taïwan), la participation de ses membres à des séminaires Dagstuhl, la participation et la direction de comité de programme de conférences du domaine (p. ex. DEBS Distributed and Event-based Systems, ICWS International Conference on Web Services, VLDB, IJCAI), mais aussi l'excellente implication de membres de l'équipe au niveau national (par exemple le pilotage du GDP-GPL, mais aussi la participation à des évaluations Hcéres, ANR, ANRT).

L'équipe a des fortes interactions avec le monde non-académique. Elle a accueilli douze doctorants financés par des conventions Cifre (Orange Labs, EDF Lab, CEA, Airbus, BonitaSoft, Safran/Triagnosys, Devoteam). Ses résultats dans le développement de produits pour le monde économique incluent principalement des contrats de transfert et valorisation directs avec Orange, des laboratoires communs avec des partenaires industriels tels qu'Airbus ou EDF (SEIDO sur la sécurité et l'Internet des objets avec EDF Lab), la création de la start-up ModelsPlus (construction automatique de systèmes d'applications IA) et le développement de plusieurs plateformes dans le domaine de l'IoT (M4Iot, intergiciel dédié au domaine de l'Internet des Objets). L'équipe a une vraie dynamique pour la recherche de financement. Elle porte plusieurs projets collaboratifs (p. ex. NF-MUST, Chaire IP Paris « Architecture des Systèmes Complexes »). L'équipe montre sa capacité à travailler à la fois au niveau européen (DI HYDRO, PANDORA), au niveau français (PEPR Cloud, PEPR réseaux du futur) et dans des collaborations industrielles bilatérales (p. ex. Orange Labs, EDF Lab). Sa présence dans différents PEPR (cloud, réseaux du futur) montre sa bonne visibilité au niveau national.

Le comité note une bonne participation des membres de ACMES à certaines actions à destination du jeune public. Plusieurs membres de l'équipe ont participé à un podcast de Télécom SudParis de vulgarisation scientifique et visant à expliquer le métier du chercheur. Un membre a participé à plusieurs programmes de mentorat (jeune public, femmes scientifiques, jeunes chercheurs) et un autre a co-organisé le concours Numérique et Sciences Informatiques (NSI), à destination des élèves de terminales de l'académie de Versailles suivant l'option NSI.

## Points faibles et risques liés au contexte

Une seule HDR a été soutenue pendant la période de référence (l'équipe compte 8 MCF non HDR).

Vu le nombre important de projets obtenus, le risque est d'avoir une vraie difficulté pour le recrutement des doctorants et ingénieurs nécessaires pour les mener à bien.

Le périmètre scientifique demeure très vaste et le risque de dispersion entre les trois axes existe (6 personnes pour l'axe génie logiciel, 7 personnes pour l'axe méthodes formelles, 6 personnes pour l'axe connaissance). L'absence d'un domaine d'applications commun par exemple amplifie ce risque de dispersion.

Il y a clairement un manque de collaborations avec d'autres équipes de l'unité (20 publications sur 318), alors qu'il y a clairement un potentiel avec les équipes NeSS, SCN ou Benagil.

La stratégie de pérennisation/maintenance des plateformes reste peu claire. L'activité de maintenance et d'évolution de la plateforme M4Iot reste par exemple trop faible. Une plateforme logicielle, pour être utilisable par des tiers, nécessite un effort important en termes de maintenance/documentation.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

Pour répondre aux recommandations émises par le Hcéres lors du mandat précédent concernant le risque de dispersion, l'équipe s'est réorganisée autour de trois axes principaux : Génie logiciel et intergiciel, Méthodes formelles et Données et connaissances. L'axe Méthodes formelles est nouveau, porté par des collègues qui ont rejoint l'équipe, mais avec lesquels des collaborations existaient déjà. Les enseignants-chercheurs de l'ancien axe Performances ont quitté ACMES pour créer la nouvelle équipe Benagil.
L'équipe envisage de maintenir la structure organisationnelle actuelle dans les années à venir, car elle fonctionne efficacement. Le comité note l'absence de stratégie explicite d'intégration dans l'IP Paris et incite l'équipe à réfléchir à une restructuration pour profiter des nouvelles synergies.

Une partie des perspectives de recherche pour les trois axes a été structurée autour de deux enjeux sociétaux majeurs du laboratoire et des tutelles (IMT, et IP Paris) : la souveraineté numérique et la sobriété, ainsi que l'ingénierie de la santé et du bien-être. Les trajectoires par axes (qui sont elles plus concrètes, car attachées à un champ disciplinaire plus circonscrit) restent néanmoins très liées aux projets collaboratifs qui vont démarrer durant la période.

# RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à maintenir les efforts pour augmenter son ratio de publications dans les conférences les plus sélectives.

Les membres de l'équipe susceptibles de soutenir une HDR doivent être incités à le faire.

L'équipe est encouragée à renforcer le séminaire de l'équipe en augmentant sa fréquence. L'invitation des personnes extérieures à l'équipe serait bénéfique pour l'animation scientifique au sein d'ACMES, la cohésion de l'équipe et pourrait permettre de nouvelles collaborations.

L'équipe est encouragée à inviter plus de chercheurs étrangers. Cela pourrait aussi augmenter la visibilité de l'unité et le nombre de collaborations.

L'équipe est encouragée à clarifier sa stratégie en termes de développement et de maintenance de plateformes logicielles. Il est important de partager au niveau de l'équipe l'intérêt (ou pas) de cet effort au regard des objectifs de l'équipe et du public visé.

**Équipe 2 :** ARMEDIA – Applied Research for Multimedia Enrichment, Diffusion, Interaction and Analysis

Nom du responsable : M. Catalin Fetita

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

ARMEDIA conduit ses recherches sur les piliers scientifiques de l'analyse de données multimédia (biomédicales, audio, vidéo, biométriques), analyse de signaux (multicapteurs, physiologiques, comportementaux), réalité virtuelle et augmentée (contenus immersifs).
L'expertise déployée repose sur le développement de nouveaux modèles d'apprentissage profond pour la reconnaissance d'images, de vidéos et de sons, d'analyse et de génération de « langage naturel » pour améliorer l'interaction homme-machine et d'extraction d'informations pertinentes à partir de grandes quantités de données visuelles et audio.
Les thématiques sont présentées en trois axes correspondant à des défis visés par l'équipe :

- Approches intégratives pour des données hétérogènes multicapteurs au service de la personne (axe 1).
- Analyse, modélisation, échange et enrichissement des contenus multimédias (axe 2).
- Sécurité biométrique qui, pour l'équipe, correspond à l'authentification des personnes et la protection desdites données biométriques (axe 3).

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

*« L'équipe gagnerait à cibler des revues et des conférences de meilleure qua*lité » : Cette recommandation du comité Hcéres en 2018 concernant l'activité de la recherche et la diffusion a été prise en compte : l'équipe a mis la priorité sur les publications qualitatives en revue (par exemple, Pattern recognition, Pattern recognition Letters, Optics Express, Plos One, IEEE Access). Le nombre de publications en conférence est moindre pour une recherche qualitative maintenue (par exemple International Conference on Image Processing ICIP ou European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases ECML). La recommandation d'abandonner la publication dans des conférences moins qualitatives a été entendue.

*« La vie d'équipe semble très limitée (peu de publications faisant intervenir plus d'un permanent) »* : L'équipe a presque doublé le nombre de doctorants, avec un effectif de permanents stable (+2 MCF recrutés en 2020 et 2023). Des collaborations ont conduit à des publications (35 % impliquent plus d'un permanent) ainsi qu'à des co-encadrements (69 % des thèses sont co-encadrées).

*« Le projet à cinq ans est à l'image de l'activité actuelle : foisonnant et d'une très belle diversité, mais manquant de cohérence globale et de vision au-delà du court terme. »* : L'équipe a infléchi son orientation qui reste volontairement applicative, avec une activité contractuelle et des collaborations industrielles nourries, comme les projets nationaux et institutionnels avec différents hôpitaux, laboratoire commun IATV avec France Télévision, valorisation SATT, en se fédérant autour de contributions plus formelles en termes de modèles ou d'IA.

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

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 5 |
| Maîtres de conférences et assimilés | 6 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 1 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **12** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 3 |
| Personnels d'appui non permanents | 3 |
| Post-doctorants | 0 |
| Doctorants | 22 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **28** |
| **Total personnels** | **40** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique est globalement excellente : l'équipe prend des risques sur des sujets exploratoires ou de niche, les publications sont d'excellent niveau.
L'activité de dépôt de brevets est remarquable et les collaborations avec l'industrie culturelle traduisent une forte implication dans les activités scientifiques pour la société.
ARMEDIA a su faire évoluer les problématiques, abordées dans leurs dimensions à la fois formelle et applicative, avec la création de laboratoires communs, la mise en œuvre de plateformes et une reconnaissance internationale dans les activités de normalisation.
Les permanents de l'équipe sont toutefois peu investis dans les instances de pilotage de la recherche, les responsabilités éditoriales ou l'organisation de manifestations scientifiques.

## Points forts et possibilités liées au contexte

ARMEDIA est une équipe équilibrée en termes de personnels de rang A / rang B, avec un noyau de permanents qui a su faire évoluer les problématiques de l'équipe « historique » autour de l'analyse et du traitement de contenus et signaux multimodaux, multicapteurs et multidimensionnels. Ces problématiques sont abordées dans leurs dimensions à la fois formelle et applicative. L'équipe a choisi d'investiguer de nouvelles aires de recherche, tout en assurant la préservation des travaux sur le cœur de compétence, historique et thématique. Les thèmes affichés sont d'une grande actualité, avec un caractère novateur pour des directions de recherche plus rares ou encore exploratoires qui traduisent une prise de risque : la biométrie et protection de contenu publié (Blockchain and cryptocurrency 1(1) 2023) ou l'authentification des personnes par les veines de la main (IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology 2023), la santé dans des contextes multidisciplinaires concernant des problématiques d'aide au diagnostic et de suivi ciblant diverses pathologies (Biomechanics and Modeling in Mechanobiology 2023), la sécurité et la régénération des clés crypto-biométrique (Biometrics 2022). Ces problématiques sont reconnues dans des domaines applicatifs aussi divers que la biométrie, le droit de la propriété intellectuelle, la blockchain, le traçage ou la compression graphique.

Au titre des réalisations fortes, on peut citer le laboratoire commun Intelligence Artificielle pour la Télévision IATV avec France Télévision (par exemple avec des travaux sur la reconnaissance d'émotions ou d'ambiances audio-visuelles publiés dans Image and Vision Computing 2023) ou la preuve de concept avec CaptureStudio (capture de mouvements expérimentés à l'Opéra de Marseille, et au théâtre du Châtelet à Paris).

Les financements obtenus avec dix-huit thèses sur projet ANR, des projets européens (dont 4 H2020), des projets industriels permettent à l'équipe de se doter d'une autonomie financière importante. Ces ressources ont permis en particulier de financer 24 ingénieurs de support recherche représentant 6,56 temps plein ainsi que des thèses. Le nombre de doctorants accueillis atteste de la vitalité de l'équipe et de l'attractivité et la diversité des thématiques proposées : 53 thèses au cours de la période dont dix conventions Cifre pour onze EC dont cinq PR, 40 nouvelles inscriptions et 27 thèses soutenues.

La production scientifique est à un excellent niveau tant qualitatif que quantitatif, avec 133 articles en conférences et 92 articles en revues, correspondant à 5 ou 6 publications par ETP par an (citons ERJ Open Research, IEEE Trans. on Mobile Computing, IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Access, IEEE Signal Processing Magazine, Internet of Things, IEEE Trans. on Information Forensics and Security, ISMAR, PLoS ONE, Pattern Recognition, sans être exhaustif).

L'implication dans les structures internationales de recherche est patente et en expansion, comme la participation aux comités de normalisation (ISO-MPEG 3D graphics and Haptics, MPAI Neural Network Watermarking, Human-Machine Communication et Metaverse).

L'équipe a déposé quatorze brevets dont certains en collaboration avec d'autres équipes.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'activité de recherche applicative, très diverse, est chronophage en termes de développements, de rédaction de normes, de montage de conventions de laboratoires mixtes, de maintenance et soutien/support des plateformes. L'équipe ne bénéficie que d'un unique personnel permanent d'appui à la recherche. S'appuyer essentiellement sur du personnel contractuel pour les développements est risqué pour la pérennisation du travail.

La cohésion du collectif, partagé sur les deux sites du laboratoire, dans un contexte d'augmentation forte du nombre d'arrivants (notamment des doctorants) et de la réalisation de très nombreux projets reste un point de fragilité.

Les responsabilités éditoriales, la participation à des comités de programme ou l'organisation de manifestations scientifiques ne reposent que sur 2-3 membres de l'équipe.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'impact de l'équipe est significatif dans de nombreux domaines, tels que la santé (outils d'aide au diagnostic médical, systèmes de surveillance de patients, etc.), l'industrie 4.0 (optimisation de processus industriels grâce à la vision par ordinateur et à l'analyse de données), les médias (création de nouveaux formats de contenus, personnalisation des expériences utilisateurs, etc.), l'interaction arts/culture (outils pour la préservation et la valorisation du patrimoine culturel) et l'activité de médiation (podcasts, dont 2 relatifs aux femmes scientifiques).
L'équipe a su initier des actions dans des directions novatrices, comme l'analyse des veines ou l'utilisation des données « comportementales » des capteurs embarqués sur les smartphones pour la biométrie et l'authentification.
La trajectoire de l'équipe est scientifiquement étayée mais, compte tenu de l'effectif modeste en termes de permanents, l'équipe aura du mal à embrasser tous les projets cités.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Compte tenu de ses activités de valorisation, de transfert et de normalisation, le comité recommande à l'équipe de réfléchir à une solution pour pérenniser les ressources humaines techniques permanentes nécessaires.

Le comité incite l'équipe à être attentive à la cohésion du collectif, partagé sur les deux sites du laboratoire, en particulier sur l'encadrement des doctorants arrivés en nombre.

**Équipe 3 :** Benagil

Nom du responsable : M. Gael Thomas

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les travaux de l'équipe Benagil portent sur les systèmes distribués de grande envergure et les infrastructures en nuage. L'équipe travaille notamment sur deux principaux axes de recherche : 1) la collecte et l'analyse des performances des systèmes distribués à grande échelle à l'aide d'outils de profilage capables de capturer des données sans perturber les performances des applications ; 2) la conception et l'amélioration des mécanismes et composants systèmes utilisés dans les infrastructures cloud tels que la virtualisation, le stockage, et le paradigme Function-as-a-Service (FaaS).

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe Benagil étant une jeune équipe créée en juin 2023, elle n'a pas été évaluée lors de la vague précédente d'évaluation. La plupart de ses membres provenant d'ACMES, le comité a évalué la prise en compte des recommandations du précédent rapport pour l'équipe ACMES. L'équipe a pris en compte la plupart de ces recommandations.

Le précédent rapport Hcéres mentionnait les recommandations suivantes pour l'équipe ACMES :

*« L'équipe a développé des recherches sur un nombre de thèmes très important. Le risque de dispersion est présent. »* : Pour réduire le risque de dispersion thématique, Benagil a été créée avec une taille plus modeste et un périmètre scientifique plus restreint, axé principalement sur les systèmes. L'équipe est organisée autour de quatre sous-axes, ce qui permet de garder une bonne cohérence scientifique et de répondre aux exigences des contrats récents, tout en restant concentrée sur ses thématiques principales.

*« L'activité de développement logiciel est notable mais il n'y a pas vraiment de stratégie de pérennisation de certains d'entre eux. »* : Benagil a mis l'accent sur le développement à long terme de deux logiciels clés, EZTrace et VoliMem, grâce aux projets de recherche financés pendant la période d'évaluation : FUI IDIOM, ANRs Pythia, Scalevisor, et Maplurinum. Leurs développements futurs seront assurés par les PEPRs Numpex et Cloud auxquels l'équipe participe.

*« L'organisation de la vie de l'équipe gagnerait à être un peu mieux formalisée pour garantir une communication régulière entre les membres en particulier dans le contexte de la bilocalisation. »* : L'équipe a réussi à minimiser l'impact de la bilocalisation (entre Palaiseau et Évry) sur ses activités scientifiques en localisant majoritairement les recherches sur le site de Palaiseau.

*« Un point à améliorer est la pérennisation des relations avec l'industrie sur le long terme et avec des partenaires stratégiques »* : L'équipe a développé plusieurs collaborations avec des entreprises comme IBM, RedHat, et Qarnot, dans le cadre de projets tel que le projet H2020 CloudButton, a monté une convention Cifre avec Vates et a co-encadré des doctorants avec le CEA. Actuellement l'équipe n'a pas de contrat industriel.

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

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

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe Benagil se distingue par une expertise de pointe dans les systèmes distribués et les infrastructures en nuage, avec des publications de qualité (60 % des publications sont dans les meilleures conférences et revues du domaine) et des logiciels reconnus comme EZTrace. L'équipe a également remporté des prix prestigieux, notamment pour sa publication à SOSP 2021. Bien financée via des projets ANR, PEPR, et H2020, elle est bien positionnée pour exploiter les opportunités technologiques, notamment sur la conception des systèmes de virtualisation et de stockage. Cette équipe a une excellente visibilité se traduisant notamment par des collaborations avec des partenaires européens de premier plan.

L'équipe est de taille réduite (6 membres) ce qui peut être un frein aux ambitions actuellement affichées.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe Benagil bénéficie d'un excellent positionnement scientifique de niveau international, dans un domaine à fort potentiel, tant sur le plan académique qu'industriel. L'équipe a proposé des contributions originales notamment sur la mémoire persistante pour le langage Java avec la publication à SOSP 2021, la virtualisation pour les architectures NUMA (Non-Uniform Memory Access) et la sécurisation avec Intel SGX (Software Guard Extensions) à travers la coordination des ANR Maplurinum et Primate, les systèmes de géo-réplication en collaboration avec IMDEA (the Madrid Institute for Advanced Studies in Software Development Technologies) et INESC TEC (Institute for Systems and Computer Engineering, Technology and Science) et les outils d'analyse HPC (High-performance Computing) et FaaS (Function as a service) tels que le logiciel EZTrace.

L'équipe Benagil maintient une qualité élevée dans ses publications en se concentrant sur des conférences et revues de haut rang. L'équipe a publié 45 articles au cours de la période de 2018 à 2023 et son ratio de publications dans des conférences et revues très bien reconnues dans le domaine (atteignant 60 %) telles que SOSP, NeurIPS, DISC International Symposium on Distributed Computing, Eurosys European Conference on Computer Systems, Middleware, TPDS IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, ToSEM ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, démontre un engagement à produire des recherches de pointe, reconnues mondialement dans les domaines des systèmes distribués et du cloud. Les publications couvrent des domaines variés tels que le profilage des performances, la virtualisation, le stockage distribué, et le paradigme Function-as-a-Service (FaaS). 56 % des publications de Benagil sont co-publiées avec des institutions internationales tels que l'Université de Neuchâtel, IMDEA et Riken, ce qui souligne l'intégration de l'équipe dans des réseaux de recherche de haut niveau à travers le monde.

La publication à SOSP 2021, la conférence phare de la communauté internationale « système », est un résultat remarquable. La conférence est monopolisée par les grandes universités américaines et les papiers européens sont très rares. L'article de Benagil est le troisième article français depuis la création de SOSP dans les années 60. Cette publication a été récompensée par le Prix de la meilleure production scientifique du plateau de Saclay (2022) et par le Trophée Ingénieur du Futur de l'Usine Nouvelle (2022).

L'équipe Benagil a conçu des logiciels de profilage et d'analyse de performance de systèmes complexes à grande échelle tel que EZTrace, NumaMMA, et FaaSLoad. EZTrace est utilisé par plusieurs équipes internationales de recherche (notamment au Brésil, en France, en Turquie ou aux USA) et est à l'origine d'une collaboration de longue durée avec le Riken au Japon (avec des co-publications).

La visibilité de l'équipe est excellente. Ses membres participent régulièrement à des comités de programme et de lecture pour les meilleures conférences et revues dans le domaine : Eurosys, Middleware, ICDCN Conference on Distributed Computing and Networking, Usenix ATC Annual Technical Conference, ICPP International Conference on Parallel Processing et TPDS. Ils sont régulièrement invités à donner des conférences dans des événements de renom, tels que l'école d'été STPDC Summer School on Trends in Parallel and Distributed Computing. L'équipe Benagil est porteuse de plusieurs ANR tels que PRCI Primate, JCJC Pythia, PRC Maplurinum, des projets PEPR tels que DIVA, et des projets européens tels que CHIST-ERA Redonda.

L'équipe Benagil est bien intégrée dans l'écosystème de recherche européen et international, avec des collaborations régulières avec des institutions comme IMDEA, Riken et des universités européennes qui se traduisent par des co-publications et des mobilités sortantes.

## Points faibles et risques liés au contexte

Benagil est une équipe relativement modeste en termes de taille, avec six membres permanents, dont trois possèdent une HDR. L'expertise de ces membres est particulièrement prisée, ce qui en fait des professionnels très sollicités. Bien que cela reflète la qualité exceptionnelle de l'équipe, cela pourrait engendrer des défis liés à la continuité des projets, à la sécurisation des financements et à la capacité d'encadrer efficacement de nouveaux doctorants. Le domaine des systèmes, bien que porteur, fait face à des menaces de recrutement importantes dues à la concurrence de l'industrie et des grandes institutions de recherche, au nombre faible d'équipes « système » en Europe et au manque de diversité des talents (sous-représentation des femmes).

Bien que l'équipe développe plusieurs logiciels (comme EZTrace et VoliMem), la pérennisation à long terme de ces outils n'est pas toujours assurée, notamment en raison du turnover des ingénieurs et du caractère parfois éphémère des projets. Cela pourrait affecter la capacité de l'équipe à maintenir certains outils critiques ou à les faire évoluer après la fin des projets.

Actuellement l'équipe n'a pas de contrat industriel, mais une collaboration avec Scaleway est en cours de montage.

L'activité de médiation scientifique reste modeste. Ses actions de vulgarisation et de diffusion des connaissances vers un public plus large ou non spécialisé se limitent à la création d'un musée des télécoms à Telecom SudParis et à quelques podcasts réalisés par Telecom SudParis.

Le taux de féminisation est faible (16,7 %). L'équipe est composée d'une seule femme sur six permanents. Parmi les douze doctorants de l'équipe pendant la période d'évaluation, uniquement deux sont des femmes.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

Benagil se positionne comme une équipe prometteuse, avec une solide cohérence thématique et des financements sécurisés. Cependant, des défis existent en matière de recrutement et de gestion de la taille de l'équipe pour garantir la continuité de ses travaux. L'intégration au sein d'Inria et les opportunités à venir au sein d'IP Paris sont des atouts pour l'avenir de l'équipe.

L'équipe Benagil, bien qu'encore nouvelle, présente une vision claire et ambitieuse pour les années à venir dans le domaine des systèmes parallèles et distribués. L'organisation autour de quatre axes principaux, allant du développement d'outils performants comme EZTrace, FaaSLoad et NumaMMA pour permettre l'analyse de performance à grande échelle, à l'exploration des infrastructures désagrégées, des blockchains tolérantes aux fautes, et des accélérateurs matériels, montre une volonté d'aborder des problématiques à la fois pertinentes et innovantes. Cette approche positionne Benagil comme un acteur clé dans l'étude des systèmes modernes, avec un fort potentiel d'impact dans les années à venir.

Plusieurs opportunités s'ouvrent à l'équipe. Le développement de nouvelles technologies, telles que les réseaux ultra-rapides (comme RDMA) et les dispositifs de stockage ultra-rapides (NVMe), ouvre des perspectives pour innover dans la conception des systèmes de virtualisation et de stockage dans le cloud. L'arrivée de ces technologies offre une opportunité d'explorer de nouveaux modèles de cloud computing comme le Function-as-a-Service (FaaS) où les développeurs peuvent exécuter des fonctions spécifiques sans se soucier de l'infrastructure sous-jacente, mais qui nécessite souvent un accès rapide aux données et une communication efficace entre les différentes parties du système.

Dans le contexte actuel d'une demande croissante des services cloud efficaces et sécurisés, l'équipe Benagil se trouve dans une position stratégique pour répondre aux besoins futurs du secteur, notamment dans le développement de nouvelles solutions pour la géoréplication, le stockage distribué, et l'optimisation des performances des applications serverless.

Les projets comme les PEPR Cloud et NumPex, d'une durée de sept ans, assurent une stabilité financière et permettent de poursuivre des recherches ambitieuses sur le long terme. Ces financements garantissent une continuité dans les développements logiciels et les travaux de recherche.

Être une équipe Inria apporte de nombreuses opportunités stratégiques. Ces avantages incluent l'accès à un réseau mondial de collaborations académiques et industrielles, des opportunités de financements, une visibilité accrue, des infrastructures technologiques de pointe, et un soutien à l'entrepreneuriat.

Réussir les recrutements et pérenniser les logiciels de l'équipe tout en maintenant sa trajectoire scientifique autour des infrastructures désagrégées, du stockage distribué, et des accélérateurs matériels est un défi.

# RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Bien que l'équipe ait réussi à établir des collaborations avec certaines entreprises, le comité recommande de pérenniser ces relations et développer davantage de partenariats stratégiques à long terme avec l'industrie.

Le comité recommande de mettre en place des stratégies de pérennisation à long terme pour ses logiciels afin de garantir leur maintien et leur évolution au-delà des projets en cours. Assurer la continuité du développement de ces logiciels critiques renforcerait leur impact et leur adoption dans la communauté scientifique et industrielle.

Le comité encourage l'équipe à mettre en place des stratégies de recrutement afin de favoriser une plus grande représentation féminine au sein de l'équipe.

**Équipe 4 :** ISTeC – Information, Signal et Technologies des Communications

Nom du responsable : M. Kamel Merghem

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe ISTEC mène des recherches sur un large éventail scientifique, axé principalement sur la couche physique des systèmes de communication. Ses objectifs couvrent divers aspects visant à optimiser le transport et le traitement de l'information, en se concentrant sur l'amélioration de la capacité, de la fiabilité, de la flexibilité, de l'efficacité énergétique et de la sécurité des systèmes. Cela inclut des travaux sur des systèmes de localisation et d'imagerie, des capteurs, ainsi que des systèmes de télécommunications opérant sur différentes gammes de fréquences, allant de la radio aux hyperfréquences et à l'optique. L'équipe dispose de compétences variées pour répondre à son projet de recherche en recourant à des outils théoriques et analytiques, à des outils de simulation ainsi qu'à des expérimentations.

L'équipe est structurée en trois axes de recherche :
- Dans l'axe SiNaP (Simulations, Navigation et Propagation), les travaux portent sur l'amélioration des systèmes de localisation, la conception de capteurs pour la récupération d'énergie électromagnétique et la caractérisation de l'environnement électromagnétique.
- L'axe OPh (Optique et Photonique) se concentre sur l'optimisation du transport et traitement de l'information avec l'IA, la conception de dispositifs photoniques, et le développement de capteurs et systèmes d'imagerie.
- L'axe CoNTI (Communications numériques et traitement de l'information) est plus théorique, axé sur l'estimation statistique, l'optimisation des systèmes dynamiques et l'analyse des performances théoriques en communication et réseaux.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe ISTeC est une nouvelle équipe issue de l'ancienne équipe TIPIC (Traitement de l'Information Pour l'Image et les Communications) qui a été scindée en deux. Les membres de TIPIC émargeant dans l'axe « Statistique et Optimisation » ont rejoint la nouvelle équipe SOP (Statistique, Optimisation, et Probabilités).

Le précédent rapport Hcéres mentionnait les recommandations suivantes pour l'équipe TIPIC.

*« La disparité entre les publications des différents axes de recherche, la faiblesse des interactions entre les différents axes, le faible rayonnement international, le manque d'implication dans les activités d'expertise ainsi que la qualité inhomogène des revues ou conférences visées (notamment dans le cadre des thèses) »* : concernant la production scientifique des différents axes, en considérant le nombre de revues par axe (hors production inter-axes), un assez bon équilibre est observé entre les axes Oph et CoNTI mais l'axe SiNaP est en retrait. Concernant l'interaction entre les différents axes, elle reste très limitée si l'on en juge par le nombre de revues inter-axes. Toutefois, certains sujets de recherche sont clairement transverses (cas des systèmes photoniques neuromorphiques par exemple). Le rayonnement international est bon mais il pourrait être largement amélioré compte tenu des compétences disponibles. Les activités d'expertise mériteraient également d'être renforcées.

*« Le manque d'interaction entre les enseignants-chercheurs travaillant sur la couche physique des systèmes de communication »* : il est indéniable que la réorganisation de l'équipe autour de trois axes thématiques (SiNAP, OPh, CoNTI) constitue un cadre très cohérent pour encourager les collaborations et l'émergence d'idées nouvelles sur la couche physique des systèmes de communication. Cependant, les synergies entre ces axes de recherche restent trop limitées. L'équipe possède d'excellentes compétences qui ne sont pas pleinement mises à profit pour développer de nouveaux sujets de recherche.

*« Le manque de clarté de l'intégration dans l'IP Paris »* : l'équipe a réfléchi à son intégration dans l'IP Paris et s'y implique à plusieurs niveaux (responsabilité de mention E3A, co-responsabilité du domaine ICE de l'école doctorale, PhD Track, offre de formation de masters, etc). Plusieurs résultats de recherche partagés avec le LTCI sont également répertoriés, notamment en ce qui concerne la localisation UWB, les communications optiques et la théorie de l'information.

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

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 7 |
| Maîtres de conférences et assimilés | 10 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **17** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 1 |
| Personnels d'appui non permanents | 0 |
| Post-doctorants | 3 |
| Doctorants | 13 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **17** |
| **Total personnels** | **34** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique de l'équipe est dynamique, avec une nette augmentation de la qualité et du volume des publications depuis 2022. Elle a démontré sa capacité à interagir avec d'autres équipes au sein de l'unité (ARMEDIA, SOP, NeSS).
L'équipe est attractive pour les jeunes chercheurs, comme en témoigne le nombre de doctorants et de post-doctorants accueillis.
L'équipe bénéficie d'une très bonne visibilité internationale avec 41 % des articles co-signés avec des chercheurs étrangers, toutefois elle n'est pas suffisamment investie dans les responsabilités éditoriales et les comités de programme de conférences.
L'équipe possède des relations industrielles bien établies et pérennes, qui constituent une ressource financière majeure pour le développement de ses activités de recherche.
Un manque de lisibilité de la stratégie de l'équipe pour l'accès aux moyens expérimentaux est observé. De plus, l'interaction entre les axes thématiques de l'équipe reste limitée, ce qui constitue un potentiel de développement non exploité.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Parmi les résultats les plus représentatifs des compétences de l'équipe figurent des contributions marquantes au calcul neuromorphique photonique (1 prix de thèse 2023 IP Paris, alliant expertise en dispositifs et systèmes optoélectroniques à des compétences en traitement du signal numérique et optimisation, pour un traitement de l'information à faible latence et faible consommation énergétique). L'équipe a également obtenu des résultats remarquables sur le calcul de bornes théoriques et les schémas de codage pour l'optimisation des performances des réseaux sans fil (dont 3 publications dans IEEE Trans. on Information Theory).

Avec 72 articles en revues, 62 conférences avec actes, deux brevets et trois chapitres de livres, l'équipe montre une activité de recherche diversifiée et dynamique. Avec 1,06 revues par ETP/an et 1,16 conférences par ETP/an, la production de l'équipe est de très bonne qualité et celle-ci tend à exceller au cours des deux dernières années. Un point particulièrement remarquable est la forte augmentation de la production depuis 2022, avec un passage de quatre à dix articles dans les meilleurs supports (soit 61 % de la production en revues). L'équipe publie régulièrement dans des revues renommées telles que IEEE Trans. on Signal Processing, IEEE Trans. on Information Theory, IEEE Trans. on Automatic Control, Journal of Lightwave Technology, et Optics Express.

L'équipe participe à des conférences internationales de haut niveau, avec 55 % de ses contributions dans des conférences sélectives telles que IEEE International Symposium on Information Theory, Asilomar Conference, IEEE

Wireless Communications and Networking Conference, IEEE Conference on Vehicular Technology, et Optica Conference on Lasers and Electro-Optics, etc.

Le profil multidisciplinaire de l'équipe, combiné à un bon équilibre entre recherche fondamentale et appliquée, permet une collaboration effective avec plusieurs équipes de l'unité (11 % des revues et 12 % des conférences en sont issues). Ainsi, l'équipe collabore avec l'équipe NeSS sur la maintenance prédictive des pannes dans les équipements de réseaux (2 articles de revues), avec l'équipe SOP sur le filtrage statistique (3 articles de revues), avec l'équipe ARMEDIA sur l'imagerie calculatoire appliquée à la santé et aux sciences du vivant (3 articles de revues et 1 brevet), ainsi que sur les systèmes photoniques neuro-morphiques pour le traitement des données (2 articles de revues). Cette dernière collaboration a été considérée pour contribuer au portfolio de l'unité de recherche avec une référence en journal (4 co-auteurs permanents d'ISTeC y contribuent).

L'équipe compte trois responsabilités éditoriales majeures, dont deux pour des revues à fort impact (Elsevier Signal Processing, IEEE Signal Processing Letters) et une co-édition d'un ouvrage chez Springer. Cela montre une expertise reconnue dans le domaine.

Le nombre de thèses soutenues (17) et en cours (16) est globalement bon pour cinq HDR (dont 2 soutenues en 2022 et 2023), avec une augmentation très significative du nombre de doctorants depuis 2018 (11 doctorants en 2018).

L'équipe a accueilli un nombre conséquent de post-doctorants (14), avec une nette augmentation en 2023. Cela démontre une très bonne dynamique et ouverture, en particulier dans l'attractivité auprès des jeunes chercheurs en début de carrière.

Une très bonne dynamique de recrutement de personnels permanents est observée dans la période, avec une augmentation de l'effectif de douze à dix-huit, notamment grâce à l'intégration de cinq maîtres de conférences.

La visibilité internationale de l'équipe est très bonne, avec 41 % des articles co-signés avec des chercheurs étrangers (situés à ETS Montreal, Université de Taif d'Arabie Saoudite, Université de Guanajuato au Mexique, MIT, université de Californie San Diego), montrant sa capacité à s'intégrer dans des réseaux de recherche internationaux de haut niveau.

En dehors des projets ANR (4 en tant que partenaire, 1 en tant que porteur), plusieurs financements significatifs ont été obtenus, notamment cinq projets Prématuration, un projet financé par la BPI et un financement FUI, soulignant son implication dans des initiatives variées, y compris celles orientées vers le transfert technologique et les partenariats industriels.

L'équipe est bien impliquée dans le pilotage de structures de recherche locales (Labex Digicosme, EUR BERTIP, IP Paris) ce qui lui permet de jouer un rôle actif dans le développement scientifique régional. L'équipe s'investit dans plusieurs responsabilités importantes en lien avec la formation par la recherche au sein de l'IP Paris (p. ex. responsabilité de la mention E3A, co-responsabilité du domaine ICE de l'École Doctorale, responsabilité de la formation continue « Techniques numériques pour la transmission et l'accès » à Telecom Paris Executive Education).

L'équipe a su établir des relations solides avec des entreprises de renom comme Nokia, SPIE ICS, Huawei, Thalès, III-V Lab et CEA-LIST. Ces partenariats ne sont pas seulement diversifiés, mais aussi durables. Une hausse notable des ressources issues de la valorisation et du transfert technologique est visible, avec une progression de 7 % selon une moyenne glissante sur trois ans. Au total, les ressources accumulées s'élèvent à 891 k€, constituant un indicateur majeur du succès de ces collaborations. La dynamique d'accueil de doctorants en lien avec l'industrie, avec treize thèses dont sept soutenues, 38 % financées par des conventions Cifre, est extrêmement positive. Les travaux réalisés dans le cadre de ces partenariats industriels ont débouché sur deux brevets.

## Points faibles et risques liés au contexte

Si l'on se base purement sur le critère des revues, la production est plutôt équilibrée entre les axes CoNTI (46 %) et OpH (39 %) mais l'axe SiNAP est en retrait (15 %). Toutefois, une très bonne dynamique est observée dans l'axe SiNAP, notamment sur la détection de leurres GNSS et la navigation résiliente, ce qui devrait favoriser une meilleure valorisation dans les revues.

L'interaction entre les axes thématiques reste limitée (au vu des publications communes ou co-encadrements).

Les responsabilités éditoriales sont particulièrement déséquilibrées puisqu'elles sont toutes assurées par un seul membre de l'équipe, actuellement professeur émérite. L'équipe n'est pas suffisamment investie dans ce type de responsabilités ni dans les comités de programme de conférences (seules 3 participations sont recensées dans des comités de programme de conférences internationales).

L'implication des membres de l'équipe dans l'encadrement des thèses est très inégale, étant principalement assuré par douze EC (sur les 17 titulaires). Le nombre de stagiaires accueillis (3 par an en moyenne sur les 3 dernières années pour 18 permanents) est faible. Le manque de personnel d'appui pour conduire la validation expérimentale des résultats de recherche constitue un risque.

Le départ d'un professeur vers l'industrie (Huawei Technologies), bien que compensé par un nouveau recrutement, a fragilisé l'équipe dans le domaine des communications optiques.

Si l'équipe a su attirer des chercheurs invités de renom en 2018 et 2019, il est regrettable qu'aucune visite de ce type n'ait été recensée depuis.

L'équipe est peu représentée dans les instances de pilotage de la recherche au niveau national.

Depuis 2019, avec un projet CELTIC-PLUS, l'équipe n'a pas obtenu de nouveaux projets d'envergure européenne, en partie en raison de la réorganisation des axes de recherche. Il est encourageant de noter que l'équipe en a pris conscience et déploie des efforts pour combler ce déficit (une collaboration avec l'équipe SCN est définie dans le cadre du projet européen TRUST RISE 2021-2025).

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe couvre un large spectre thématique centré sur la couche physique des systèmes de communication, avec des compétences solides et une complémentarité encore sous-exploitée. La production scientifique s'est nettement améliorée depuis la restructuration.
L'équipe bénéficie d'une forte visibilité auprès de plusieurs acteurs industriels majeurs, et ces partenariats assurent un soutien financier stratégique. Elle se positionne désormais sur un laboratoire commun émergent avec SPIE ICS (sur la maintenance prédictive de pannes dans des équipements de réseaux), renforçant ainsi son réseau. Sa participation à des projets européens constitue un levier crucial pour son développement et son renforcement.

Le projet scientifique de l'équipe à moyen terme s'organise autour de trois principaux défis sociétaux :
– Développer des technologies d'IA souveraines et sobres, à l'image des travaux déjà menés sur le calcul neuromorphique photonique.
– Optimiser les ressources énergétiques et réduire l'impact environnemental du numérique en développant des technologies sobres comme la récupération d'énergie et la radio cognitive.
– Optimiser et sécuriser les infrastructures numériques du futur, en renforçant leurs performances et en intégrant la cybersécurité quantique.

Le projet scientifique de l'équipe requiert des moyens expérimentaux, notamment pour les axes SiNAP et OPh, qui sont insuffisamment détaillés. De plus, la stratégie visant à renforcer les compétences en expérimentation devrait être précisée, en particulier dans le cadre élargi de l'IP Paris.

De nombreux sujets de recherche, pertinents et souvent multidisciplinaires, sont développés en lien avec ces trois grands enjeux et les trois axes de l'équipe. La question de la capacité à contribuer efficacement à tous ces projets se pose. Il pourrait être nécessaire de prioriser certaines pistes. L'intégration à l'écosystème IP Paris, très bien engagée, offre des perspectives intéressantes notamment en technologies quantiques avec deux nouveaux recrutements d'EC permanents dans ce domaine.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité incite l'équipe à s'investir dans les responsabilités éditoriales et dans les comités de programme de conférences.

Le comité encourage l'équipe à poursuivre ses efforts pour favoriser les interactions avec les équipes du laboratoire.

Le comité incite l'équipe à encourager et formaliser davantage les collaborations inter-axes pour non seulement améliorer la productivité scientifique globale, mais aussi ouvrir de nouvelles pistes de recherche interdisciplinaires et attirer des ressources supplémentaires.

Le comité recommande à l'équipe de renforcer sa stratégie à l'échelle européenne.

Le comité incite l'équipe à développer l'invitation de chercheurs étrangers pour ne pas affecter la visibilité internationale de l'équipe à moyen terme.

**Équipe 5 :** NeSS – Network Systems and Services

Nom du responsable : M. Badii Jouaber

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe articule ses activités autour de trois axes : i) architecture et orchestration des réseaux & services, ii) allocation de ressources, distribution des placements de fonctions, iii) Internet des Objets (IoT), mobilité, et Sensing. L'équipe s'intéresse donc à de nombreux aspects dans le domaine des réseaux et du cloud, des réseaux sans-fil aux réseaux de cœur. Elle utilise des outils méthodologiques variés (ex : programmation linéaire, Intelligence Artificielle, approches quantiques, data mining, etc.) pour résoudre les problèmes identifiés.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe NeSS a été créée en 2022 et regroupe des membres appartenant anciennement aux équipes R3S, METHODES et ACMES. Issue principalement de l'équipe R3S, on reprend ici les recommandations de cette équipe.

*« La production scientifique est de très bon niveau avec une très bonne visibilité internationale (au travers de nombreux comités de programme et visiteurs internationaux). Le défi est donc de la maintenir à ce niveau durant la prochaine période. »* : L'équipe a progressé dans ses choix du lieu de publication. Ainsi, la majorité des articles dans les revues sont dans des journaux de premier plan (ex : IEEE Trans. on Mobile Computing, IEEE Internet of Things Journal). De même, 16 % des articles dans les conférences ont été publiés dans des conférences de premier plan. La stratégie de l'équipe est claire, finançant les conférences les plus renommées sur ressources propres en priorité pour encourager ses membres à être sélectifs dans leurs soumissions. Il reste encore un effort important à fournir pour augmenter le pourcentage des publications dans les conférences reconnues du domaine.

*« Un risque auquel il faut prêter attention est qu'une trop grande implication dans des projets collaboratifs ne devienne pas un frein aux travaux à long terme de l'équipe ou ne la détourne de sa vision scientifique. »* : Concernant l'implication dans les projets créant des objectifs potentiellement incompatibles avec des objectifs de long terme, l'équipe a pu montrer qu'elle continuait à produire une recherche de qualité internationale identifiant de nouvelles thématiques, et capable de produire des contributions de recherche en rupture. L'équipe a par ailleurs toujours une activité en projets de recherche très élevée, qui représente une de ses forces.

*« L'équipe est bien organisée sur le plan scientifique et humain. Il faudra veiller à maintenir cette dynamique dans le contexte de bi-localisation et le contexte NewUni en formalisant un peu plus cette organisation. »* : L'équipe explique que la bilocalisation n'a pas impacté ses activités. Cependant, aucune approche formelle de gestion d'un tel risque pour animer scientifiquement et humainement une équipe séparée géographiquement n'a été définie.

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

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 13 |
| Maîtres de conférences et assimilés | 5 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 1 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **19** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 5 |
| Personnels d'appui non permanents | 7 |
| Post-doctorants | 0 |
| Doctorants | 27 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **39** |
| **Total personnels** | **58** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe a publié certaines de ses contributions dans les meilleures revues et conférences de la communauté, démontrant l'excellence de sa production scientifique. Celle-ci est hétérogène entre les permanents. Les contributions logicielles et les plateformes développées sont d'excellente qualité. Du fait d'une absence d'ingénieurs permanents, les plateformes ne sont pas mises en valeur à la hauteur de leur potentiel.

La visibilité internationale de l'équipe est excellente, se traduisant par des collaborations internationales avec des universités de premier plan. L'équipe est extrêmement impliquée dans la recherche sur projets tant nationaux, industriels qu'européens, ce qui lui permet d'avoir un très haut niveau de financement et de recruter ses nombreux doctorants, postdoctorants et ingénieurs.

La valorisation des quatre dépôts open source de logiciels est à développer.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe NeSS se positionne scientifiquement dans le domaine des réseaux et services.

L'équipe a présenté des contributions au plus haut niveau scientifique, avec par exemple le « Quantum wireless sensing », utilisant les niveaux énergétiques des atomes plutôt que des capteurs macroscopiques, présenté à ACM Mobicom 2023, ou l'utilisation de l'apprentissage par renforcement distribué pour respecter des SLAs publié dans IEEE Trans. on Network & Service Management en 2022.

La production scientifique est excellente, touchant à de nombreuses problématiques dans les réseaux de communications en incluant le cloud computing. La stratégie de l'équipe est claire, finançant les conférences les plus sélectives pour renforcer la visibilité de l'équipe. Par ailleurs, le nombre de publications dans des journaux (Internet of Things journal, IEEE Trans. on Mobile Computing, IEEE Trans. on, Network and Service Management, IEEE Systems Journal) et conférences (Mobicom, ACM International Conference on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems) du meilleur niveau traduit bien l'excellente qualité des productions scientifiques de l'équipe. Ce sont des contributions méthodologiques de très grande qualité. De nombreux articles ont été co-écrits avec des institutions au premier plan mondial (MIT, Northeastern Univ, UMass Amherst, Concordia, Macquarie University) démontrant le rayonnement scientifique international de l'équipe. Le ratio de publication de 3,8/ ETP/an est exceptionnel.

Les membres de l'équipe participent à des comités éditoriaux de journaux scientifiques réputés (IEEE PerCom, ACM Trans. on Sensor Networks, IEEE Access, Internet of Things Journal) et des comités de programme pour des conférences internationales de bonne réputation (AINA IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, IEEE GLOBECOM Global Communications Conference, IEEE Wireless Communications and Networking Conference).

L'équipe a recruté trois membres permanents au cours de la période d'évaluation, dénotant donc une bonne attractivité. L'équipe comporte 22 membres dont douze titulaires de l'HDR, démontrant une équipe de chercheurs établis. L'équipe inclut 27 % de femmes, correspondant à un taux légèrement supérieur à la discipline, ce qui est positif.

L'équipe présente une attractivité contractuelle au plus haut niveau, une implication très forte dans les PEPR (dont une responsabilité de projet « ciblé » MUST dans le PEPR 5G) et France 2030, neuf projets ANR dont un JCJC (MuTAS), participation à dix projets européens (dont HORIZON, H2020, ITEA). Le montant très élevé de ressources propres (plus de 9 millions d'euros au cours de la période) permet ainsi à l'équipe de recruter un grand nombre de personnels de recherche pour mener à bien toutes les activités de recherche de l'équipe. Ainsi, l'équipe a recruté onze post-doctorants et 80 doctorants (8 doctorants /HDR), montrant une excellente attractivité en terme de recrutement, avec des financements très divers (PEPR, ANR, Cifre, chaires, etc.).

L'équipe a trois laboratoires communs (avec ByoNetworks sur l'évolution de services cloud, Davidson et AirBus Defense), une chaire (réseaux du futur pour les services de demain), de nombreux contrats industriels, démontrant des échanges exceptionnels avec le monde industriel. De plus, ces collaborations mènent à des publications de très grande qualité (ex : CCNC 2020 et ISCC 2019 dans le cadre d'une thèse). De même le volume de conventions Cifre (23) est exceptionnel.

L'équipe a déposé sept brevets, ce qui traduit les activités importantes de transfert technologique, avec un suivi de la valorisation de ses brevets (via ses partenaires industriels et le montage de plateformes communes). Il s'agit d'une activité remarquable.

L'équipe est impliquée en médiation scientifique, avec la création de huit podcasts de vulgarisation scientifique, et de médiation scientifique à destination des jeunes femmes.

### Points faibles et risques liés au contexte

84 % des publications dans des conférences sont dans des supports à moindre impact.

L'équipe cite quatre dépôts open source de codes adossés à des articles de recherche dans ses contributions à la science ouverte. Certains dépôts sont utilisés par la communauté nationale et internationale, mais ils sont peu mis en avant et valorisés.

Bien que le taux de publications de l'équipe soit très bon, le comité note une certaine disparité entre les permanents (une partie importante des publications en revue est portée par un tout petit nombre de membres). De même, le taux d'encadrement de thèses est hétérogène (une petite dizaine d'enseignants-chercheurs ne participent pas à l'encadrement de thèses).

L'équipe est bilocalisée, le découpage thématique ne recouvrant pas le découpage géographique. Bien que l'équipe organise ses séminaires et réunions d'équipe en visioconférence, il existe un risque pour la cohésion de l'équipe, d'autant plus que l'animation scientifique de l'équipe repose significativement sur des structures externes au laboratoire (LINCS, E4C, etc.).

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe est active et bien structurée scientifiquement. Elle identifie les institutions majeures avec lesquelles elle collabore dans la région parisienne (Paris Sorbonne Université, LTCI, LIX, L2S), montrant ainsi une bonne intégration. Elle identifie des partenaires nationaux (ex : CEA, Inria, et Eurecom) et internationaux de premier plan (ex : KAIST, NorthEastern University) avec qui elle souhaite continuer à travailler, montrant une ambition forte.

France 2030 et les PEPR apportant beaucoup de financement actuellement, l'équipe aura à gérer la transition lorsque ces financements seront terminés.

Dans la trajectoire qu'elle décrit, l'équipe souhaite se focaliser sur i) l'automatisation du réseau et de son orchestration sous forme de services, ii) le placement optimal de services, en continuité de ce qui a été fait dans l'équipe, iii) l'intégration des outils d'intelligence artificielle dans le réseau. La présentation est donc orientée plus sur les applications que sur les verrous scientifiques à résoudre. Ses multi-compétences (architecture, exécution, IA, réseaux, orchestration, services) permettent à l'équipe d'être particulièrement bien positionnée pour résoudre de tels défis puisqu'elle comprend déjà des experts de chacun des domaines. La trajectoire scientifique est donc ambitieuse et prometteuse.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Les collaborations industrielles sont nombreuses mais créent un risque en termes d'ambition et de choix scientifiques. L'équipe pourrait identifier quels contrats elle souhaite mettre en avant et avec quels industriels, afin de concentrer ses efforts.

Des chercheurs très productifs dans l'équipe pourraient partager leur expertise avec les autres membres pour homogénéiser le taux d'encadrement et la production des membres permanents.

Le comité recommande à l'équipe de bien suivre les indicateurs de cohésion de l'équipe (par exemple le taux de participation aux séminaires, le nombre de publications communes, le nombre de co-encadrements).

**Équipe 6 :** SCN – Sécurité et Confiance Numérique

Nom du responsable : M. Joaquin Garcia-Alfaro

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe s'intéresse à de nombreux aspects dans le domaine de la cybersécurité, avec la conception de systèmes de confiance, fiables, et respectueux de la vie privée (RGPD). Ces travaux s'appliquent en premier lieu aux systèmes critiques, mais aussi à l'IoT, au réseau et au système. L'équipe concentre ses activités autour de trois axes : i) protection, ii) défense, iii) résilience.

En termes de protection, l'équipe étudie les mécanismes cryptographiques permettant d'assurer la confidentialité et l'intégrité des données.
En termes de défense, elle vise à modéliser les mécanismes d'attaques et de défense et à proposer des mesures, indicateurs et standard dans ce domaine. Ces aspects sont très opérationnels et ont un impact direct sur la sécurité des systèmes.
En termes de résilience, elle cherche à améliorer la capacité de réaction lors d'une attaque. Cela passe par la détection d'une attaque puis à la remédiation. Elle utilise des techniques à base d'IA pour améliorer ces mécanismes.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe SCN étant issue de l'ancienne équipe R3S, on reprend ici les recommandations de l'équipe R3S dans son ensemble.

*« La production scientifique est de très bon niveau avec une très bonne visibilité internationale.Le défi est donc de la maintenir à ce niveau durant la prochaine période. »* : La nouvelle équipe a su garder un très bon niveau de publications et une très bonne visibilité internationale. Elle a renforcé la qualité des journaux dans lesquels elle publie. Elle a mis en place une incitation pour publier dans les conférences les plus sélectives. Les résultats sont visibles et ont permis d'améliorer le niveau de la production de l'équipe.

*« Le projet de recherche s'inscrit dans la continuation des recherches menées actuellement. La prise de risque est, de fait, limitée et on ne peut qu'encourager l'équipe à maintenir le cap qu'elle s'est fixée. »* : L'équipe ayant pris un risque en se diversifiant suite aux derniers recrutements, il faudra veiller à maintenir la qualité des travaux de recherche tout en effectuant cet élargissement thématique.

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

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 4 |
| Maîtres de conférences et assimilés | 5 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **9** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui non permanents | 1 |
| Post-doctorants | 0 |
| Doctorants | 12 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **13** |
| **Total personnels** | **22** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe SCN est une nouvelle équipe de l'unité. Elle a une excellente production scientifique. Pour supporter sa recherche, elle a été capable d'obtenir des financements industriels, internationaux et nationaux. La visibilité de l'équipe est excellente. Les membres de SCN sont moteurs dans l'animation scientifique nationale mais aussi à l'international. Elle participe également activement aux activités de diffusion et médiation scientifique.

L'équipe n'a pas de support ingénieur pérenne pour les développements logiciels sur de nombreux sujets.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe SCN est une équipe qui a été créée pendant la période, suite à la restructuration de certaines équipes de SAMOVAR. Ses membres sont issus de l'ancienne équipe R3S (Réseaux, Systèmes, Services, Sécurité) et regroupe les EC travaillant sur la cybersécurité au sein du laboratoire. L'équipe est passée de cinq permanents (3 PR et 2 MCF) à neuf permanents (4 PR et 5 MCF), ce qui est une croissance importante. Cela montre le soutien de l'unité suite à sa création.

La production scientifique de l'équipe est d'un excellent niveau avec une moyenne de plus de 3,6 publication par permanent par an durant la période. Parmi les contributions, le comité relève par exemple une analyse de la sécurité du protocole TLS (European Symposium on Research in Computer Security, ESORICS 2022), une étude sur les alertes émises par les systèmes non supervisés de détection d'intrusion dans les réseaux (Recent Advances in Intrusion Detection, RAID 2023), des modèles d'apprentissage fédéré équitables et respectueux de la vie privée (ECAI 2024 European Conference on Artificial Intelligence).

Les sources de financements variées obtenues (12 ANR/CMA/PEPR, 14 projets européens [dont H2020 et HEU, avec le portage notamment du projet HEIR]), 12 conventions Cifre et contrats industriels, et 4 mécénats) constituent un total d'environ 7 M€ ce qui est remarquable compte tenu de la taille de l'équipe, et montre son dynamisme. De plus, deux projets ANR JCJC ont été obtenus durant la période, montrant le dynamisme des nouveaux enseignants-chercheurs.

La visibilité des membres de l'équipe au plan international est excellente de par l'implication dans les comités scientifiques de conférences prestigieuses du domaine comme ESORICS, ASIA Conference on Computer and Communications Security, RAID, TRUSTCOM International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, les exposés invités dans les conférences, les expertises scientifiques (Hcéres, ANR, H2020).

Les membres de l'équipe sont présents dans l'animation de la recherche au niveau national (participation au GDR Sécurité Informatique), et international (groupes de travail IFIP International Federation for Information Processing). Ils contribuent également de manière active à la vulgarisation et la diffusion des connaissances au travers de logiciels libres. Il y a sept dépôts dont le dataset VARIoT sur la plateforme data.gouv.fr qui contient des traces réseaux d'objet connectés ou les logiciels open sources d'analyse des piles protocolaires pour TLS dans le cadre de l'ANR GASP JCJC. Pour le grand public, ils ont participé à de nombreux podcasts, interviews, animations de séminaires, tutoriaux et tables rondes.

Les membres de l'équipe sont aussi impliqués dans diverses responsabilités administratives au sein des différents établissements : directions (à Télécom SudParis : direction de la recherche et de la formation doctorale, Direction du département RST, Codirection pôle 2 Réseaux, Information et Communications de l'École Doctorale STIC de l'Université Paris-Saclay), conseils (Conseil du département IDIA, IP Paris, et représentant à l'IFIP).

## Points faibles et risques liés au contexte

Le nombre de stagiaires est étonnamment faible (seulement 2 alors qu'il y a 18 doctorants et post-doctorants et 9 permanents).

L'équipe n'a pas de support pérenne en termes d'ingénieurs pour venir en support de nombreux développements. Les projets de l'équipe financent ces développements.

La diversification des thèmes de l'équipe est une source potentielle de dispersion des forces vives.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe a identifié des axes de recherches d'actualité autour de trois axes : cybersécurité et défense, protection et confidentialité, vers une cyber résilience post-quantique.
Les deux premiers axes sont dans la continuité des thèmes de l'équipe. Le dernier axe prend en compte l'évolution des changements en sécurité avec l'arrivée du post-quantique.

Les axes de recherche proposés sont ambitieux et prennent en compte les changements qui touchent le monde de la cybersécurité. Les besoins en termes de protection, résilience et défense ne vont qu'augmenter dans les années à venir et l'équipe SCN vise à apporter des solutions innovantes à ces défis de demain.

La croissance de l'équipe est impressionnante, le comité incite l'équipe à trouver un équilibre entre les différentes thématiques ambitieuses visées et la masse critique pour les traiter.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité incite l'équipe à tirer profit de la diversification des thèmes de recherche et à trouver un équilibre entre les différents sujets abordés et la masse critique pour les traiter, ceci afin de créer une dynamique vertueuse de collaboration entre les membres de l'équipe.

Le comité recommande que l'investissement dans les différentes plateformes soit clarifié et quantifié du fait de la petite taille de l'équipe et d'identifier les profils qui sont adaptés aux besoins de l'équipe pour animer et développer ces plateformes.

Le comité souligne l'augmentation de la qualité du niveau de publications et encourage l'équipe à viser des publications au plus haut niveau mondial.

**Équipe 7 :** SOP – Statistiques, Optimisation, Probabilités

Nom du responsable : M. Randal Douc

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques de l'équipe SOP (Statistiques, Optimisation, Probabilités) relèvent de l'apprentissage statistique, de la statistique computationnelle, et de la recherche opérationnelle : modèles statistiques à variables latentes, méthodes de Monte Carlo, statistique bayésienne, optimisation convexe et non convexe, optimisation combinatoire dans les graphes, asymptotique des systèmes dynamiques en temps continu.
Ancrées historiquement dans le domaine du traitement du signal et des images, les télécommunications, les thématiques de l'équipe ont évolué vers les sciences des données et l'apprentissage statistique.
Les activités de recherche ont une forte composante théorique et méthodologique, en interaction avec les Mathématiques Appliquées : l'équipe SOP contribue au développement de nouveaux algorithmes d'apprentissage statistique et d'optimisation, à l'étude de leur bien-fondé, et à l'évaluation de leur efficacité et de leur complexité.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe SOP, créée en octobre 2022, regroupe les recherches de SAMOVAR les plus en prise avec les Mathématiques Appliquées ; ses membres sont issus des anciennes équipes TIPIC et METHODES.

On reprend ci-dessous les recommandations faites à TIPIC et/ou METHODES.

*« S'assurer que la restructuration en trois axes permettra effectivement une plus grande interaction entre ces axes »* : L'équipe présente en deux axes les avancées scientifiques majeures : l'axe 1 regroupe les activités en Probabilités et Statistiques et l'axe 2 celles en Optimisation. Les interactions entre les deux axes sont encore ténues.

*« Les invitations et les séjours à l'étranger sont peu nombreux et concentrés sur peu de personnes. Les activités d'expertise scientifique sont faibles compte tenu du niveau d'expertise de l'équipe. Le rayonnement à l'international pourrait être amélioré sur ce point. »* : L'équipe a, globalement, un excellent rayonnement international ; néanmoins, celui-ci dépend de quelques membres dont un a récemment quitté l'équipe. L'équipe a été invitée pour des séjours dans de prestigieuses universités étrangères, et elle fait partie de comités éditoriaux d'excellents et de très bons journaux internationaux. Toutefois, son implication dans l'expertise scientifique et la direction de la recherche au niveau international et national reste en retrait.

*« La très bonne production scientifique doit être poursuivie. Dans quelques cas (heureusement en nombre restreint), les vecteurs de publications correspondent à des éditeurs à proscrire », « Les publications sont suffisantes en nombre mais il faut continuer à faire progresser la qualité notamment dans le choix des conférences d'excellent et de très bons niveaux. "* : Les vecteurs de publication en journaux sont excellents (91 % dans des bons et très bons journaux) ; en revanche, plus de 47 % des communications en conférences internationales sont publiées dans des conférences peu reconnues au niveau international. Les publications en journaux des doctorants sont majoritairement de très bon niveau : parmi les seize doctorants ayant au moins 36 mois de formation doctorale, 75 % ont au moins une publication dans des journaux et 81 % de ces publications sont de très bon niveau.

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

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 7 |
| Maîtres de conférences et assimilés | 9 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **16** |

| | |
|---|---|
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui non permanents | 0 |
| Post-doctorants | 0 |
| Doctorants | 9 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **9** |
| **Total personnels** | **25** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique est excellente : le taux de publication moyen par permanent et par an est de 4,3. Plus de 70 % des publications en revue sont dans des journaux de premier plan.

Le rayonnement scientifique est excellent. L'équipe est membre de comités éditoriaux de journaux prestigieux, elle est invitée dans des universités étrangères prestigieuses, elle est éditeur invitée de bons journaux internationaux. La présence de l'équipe SOP dans des instances nationales ou internationales d'expertise scientifique, et d'animation ou direction de la recherche est en retrait.

L'équipe recourt peu aux financements sur contrats nationaux (hors financements par les structures du PIA), européens ou internationaux hors Europe.

L'équipe a une excellente activité de partenariats avec le monde socio-économique, qui s'exprime notamment à travers un grand nombre de thèses en conventions Cifre. Les ressources propres de l'équipe sont équilibrées, entre ressources propres obtenues sur des financements publics nationaux, et ressources propres issues de collaborations industrielles.

L'équipe est attentive à mener des actions favorisant les interactions entre les membres de l'axe « Probabilités et Statistique » et ceux de l'axe « Optimisation ».

## Points forts et possibilités liées au contexte

Les thèmes de recherche qui font la renommée de l'équipe SOP, sont les modèles statistiques à données cachées et l'optimisation combinatoire axée sur les graphes : les résultats obtenus sont excellents et reconnus au niveau international. Cette expertise fait la spécificité de l'équipe au niveau de l'IP Paris.
L'équipe a obtenu des résultats originaux portant sur des algorithmes pour l'inférence variationnelle (NeurIPS 2021), sur la quantification d'incertitude pour les méthodes de Monte Carlo séquentielles (Bernoulli, 2023), sur des propriétés de chaînes de longueur infinie dans des graphes orientés (Discrete Applied Mathematics, 2022), sur l'optimisation continue contrainte à une variété (COLT 2023 Conference on Learning Theory).

La production scientifique de l'équipe est excellente. Tous les permanents contribuent à cette production scientifique, certains à un niveau impressionnant.
Avec 93 publications dans des revues internationales et 56 publications dans des actes de conférences nationales ou internationales pour 5,75 ETP permanents par an en moyenne, le taux de publication annuel par permanent est de 4,3. Plus de 91 % des publications en revue le sont dans des très bons ou bons journaux internationaux (respectivement 71 % et 20 %) tels que Annals of Operations Research, Annals of Statistics, Bernoulli, European Journal of Operational Research, IEEE Trans. on Signal Processing, IEEE Trans. on Automatic Control, IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems, IEEE Trans. on Information Theory, IEEE Trans. on Signal and Information Processing over Networks, Journal of Machine Learning Research, Signal Processing, Stochastic Processes and their Applications. L'équipe publie aussi dans des actes de conférences prestigieuses en Apprentissage machine, Recherche Opérationnelle et Traitement statistique du Signal (pour exemples, AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAMAS International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, COLT, ICASSP IEEE International conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, ICML International Conference on Machine Learning, NeurIPS).

L'équipe a co-écrit une monographie de plus de 750 pages sur la théorie des Chaînes de Markov, et été éditrice de numéros spéciaux de journaux internationaux de bon niveau tels que Eurasip Journal on Advances in Signal Processing et Queuing Systems.

L'équipe est vigilante à développer une recherche reproductible en mettant à disposition de la communauté scientifique, via des plateformes github en libre accès, des codes associés aux travaux de recherche publiés.

La production scientifique des doctorants est très bonne. Pour les douze doctorants ayant soutenu leur thèse, le nombre de preprints ou articles acceptés est en moyenne de 2,75 sur la durée de la formation. Plus de 82 % des publications en journaux paraissent dans des très bons ou bons journaux (respectivement 76 % et 6 %) tels que Annals of Statistics, Journal of Machine Learning Research, IEEE Trans. on Signal and Information Processing over Networks, ou Networks. Les doctorants ont une publication équilibrée entre journaux (51 %) et actes de conférences (49 %). Une thèse a été primée par l'IP Paris. Le devenir des doctorants est très bon : sur les douze thèses soutenues, six docteurs poursuivent une carrière académique (en CDD ou CDI), et trois travaillent dans le privé.

Les MCF bénéficient d'un environnement porteur pour préparer leur HDR, aidés notamment par l'organisation de co-encadrements de thèse. Deux MCF ont défendu leur HDR durant la période, et sur les sept MCF non-HDR, cinq ont moins de dix années de recherche après la thèse.

L'équipe, bilocalisée à Évry et Palaiseau et structurée en deux axes thématiques, est attentive à mener des actions favorisant sa cohésion, telles que l'organisation de séminaires et d'un forum de discussions autour d'articles scientifiques.

L'équipe maintient des relations internationales prestigieuses. Des chercheurs de l'Université de Bristol (Royaume-Uni), de KTH Royal Institute of Technology (Suède), de l'Université de Southern California (USA), et de l'École Nationale Supérieure d'Informatique d'Alger (Algérie) ont effectué des séjours de quelques semaines à un mois à SAMOVAR, invités par SOP. Réciproquement, des membres de l'équipe ont été invités dans des centres de recherche réputés tels que Columbia (USA) et Imperial College (Royaume-Uni). Ces visites ont notamment donné lieu à des publications dans de très bons et bons journaux internationaux ; citons Bernoulli, Discrete Applied Mathematics, Neural Computing and Applications, et Stochastic Processes and their Applications comme exemples. Elle a aussi co-organisé des conférences d'audience internationale, dont la co-organisation de la conférence internationale « 40 years of reflected Brownian motion and related topics » et une conférence sur les systèmes stochastiques réfléchis à laquelle ont été invités des orateurs prestigieux, membres de l'Académie des Sciences ou venus d'universités renommées à l'étranger (telles que Stanford University, Columbia, Technion).

Le rayonnement scientifique de l'équipe SOP est excellent. Des membres de SOP sont éditeurs associés de revues internationales de premier plan, telles que Annals of Applied Probability, IEEE Trans. on Signal Processing et IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems.
Deux membres de l'équipe ont été nommés respectivement senior member IEEE et Fellow de quatre sociétés savantes internationales (Royal Statistical Society London, Institute od Mathematics and its Applications, Institute of Engineering and Technology, Royal Aeronautic Society).

L'équipe a développé des collaborations réussies avec d'autres unités du site (p. ex. Laboratoire Traitement et Communication de l'Information [LTCI], Centre de Mathématiques Appliquées de l'École Polytechnique [CMAP], Centre de Vision Numérique [CVN], Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique [LISN]) au travers de projets de recherche communs, de co-directions de thèses et de l'organisation de séminaires de site. Ces liens sont un atout pour une éventuelle restructuration de la recherche au sein de l'IP Paris. Elle maintient aussi des collaborations avec des équipes de SAMOVAR (ACMES, ARMEDIA, ISTeC et NeSS).

Les recrutements d'EC juniors démontrent un niveau d'attractivité élevé de l'équipe SOP sur des postes permanents : l'équipe a recruté sept MCF dont cinq ont effectué leur formation doctorale à l'extérieur de l'IP Paris, et trois ont occupé des postes de chercheurs dans des universités étrangères (Italie, Allemagne, Luxembourg).

L'équipe est très fortement impliquée dans l'administration et la direction de la recherche et de l'enseignement au sein de SAMOVAR, de TSP et de l'IP Paris. Depuis 2018, la direction de l'Unité est assurée par un membre de l'équipe. Des membres de l'équipe sont aussi directeur adjoint de SAMOVAR, directeur des Études de TSP, membre du Comité Recherche de l'IP Paris, membre du Comité de l'Enseignement de l'IP Paris, membre du Comité Conjoint Enseignement-Recherche de l'IP Paris et membre du Comité académique opérationnel de Hi!Paris.

L'équipe répond avec succès à différents appels à projets (ANR, FUI, appels de structures du PIA par exemple) et maintient un réseau de collaborations industrielles solides, lui permettant d'avoir 206 k€ de ressources propres

par an en moyenne, essentiellement réparties entre des ressources propres obtenues sur des financements publics ou associatifs nationaux (46 %) et des ressources propres issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (46 %).

L'équipe porte des projets financés par la Fondation Mathématique Jacques Hadamard (FMJH) et des centres interdisciplinaires de l'IP Paris (le CIEDS et Hi!Paris). Elle est aussi membre du cluster IA de l'IP Paris, ce qui lui offrira notamment l'opportunité de recruter des chercheurs et enseignants-chercheurs.

L'équipe a une excellente activité de partenariats avec le monde socio-économique. Douze des vingt-deux thèses sont des conventions Cifre, ou financées par des organisations privées ou des collectivités territoriales. Elle développe des recherches avec des entreprises ou des banques (Stellantis, Orange, Huawei, SEGULA MATRA Automotive, Quantcube, Heuritech, IBM, Nokia, Schneider Electric, BNP Paribas), en particulier pour le développement d'outils d'aide à la décision, d'optimisation et de prédiction.

## Points faibles et risques liés au contexte

Les indicateurs de parité parmi les permanents sont très en-deçà des attentes en STIC : il y a une femme parmi les seize permanents, recrutée en 2023.

Le niveau des publications en actes de conférences internationales est moyen : seulement 52 % des publications en actes de conférences internationales sont dans des actes de conférences très reconnues ou reconnues. Parmi les publications impliquant des doctorants, 37 % des publications en actes de conférences internationales concernent des conférences très reconnues ou reconnues.

La durée des thèses est longue : les douze thèses soutenues ont une durée moyenne de 41 mois.

Le taux d'encadrement de doctorants est bas : douze thèses soutenues en six ans, en regard du nombre d'enseignants-chercheurs HDR (6.5 ETP en moyenne sur la période).

Les liens entre les axes « Probabilités et Statistique » et « Optimisation » sont ténus ; les premières actions menées pour les renforcer n'ont pas encore mené à des publications communes, des co-encadrements de thèses, ou des contrats communs.

La participation à l'animation scientifique au niveau national et international et les invitations en conférences internationales reposent sur un petit nombre de membres de SOP, dont un a quitté SAMOVAR récemment. Compte-tenu de l'excellence scientifique de l'équipe, la présence de l'équipe dans des structures d'animation de la recherche, d'expertise ou de direction de la recherche au niveau international et national est en retrait.

En trois ans, l'équipe a accueilli sept nouveaux MCF. Les ouvertures thématiques réalisées par l'équipe lors de ces recrutements sont un risque pour la cohésion thématique de l'équipe.

L'équipe a accueilli un seul post-doctorant au cours de la période d'évaluation, et aucun doctorant en formation dans un autre laboratoire (hormis dans les contextes de co-encadrement).

L'équipe recourt peu aux financements sur contrats nationaux (hors financements par structures du PIA), européens ou internationaux hors Europe : elle porte un projet ANR JCJC et un projet FUI, et n'a pas obtenu de financements européens.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

La force de l'équipe SOP est de combiner de très fortes compétences en statistiques, en probabilités et en optimisation ; trois domaines des mathématiques appliquées qui sont au cœur des fondements de l'IA et de l'Apprentissage machine, thèmes vers lesquels l'équipe a élargi ses recherches ces dernières années. L'équipe a obtenu des résultats marquants dans ces trois domaines, résultats reconnus au niveau international.

Les récents recrutements enrichissent l'équipe de nouvelles thématiques de recherche, modernes et propices à renforcer les liens entre l'axe « Probabilités et Statistique » et l'axe « Optimisation » : optimisation continue convexe, apprentissage par transfert, systèmes dynamiques à temps continu. Le thème prioritaire, pour le prochain recrutement, est l'apprentissage génératif. Ces choix témoignent du fort dynamisme et de l'ambition de l'équipe.

L'équipe SOP bénéficie aussi d'un environnement exceptionnel (IP Paris, Université Paris-Saclay) pour envisager avec confiance l'élargissement de ses thèmes de recherche à l'IA et aux sciences des données : l'équipe est membre d'un cluster IA ; elle a rejoint la Fondation de Mathématiques Jacques Hadamard ; elle a des collaborations fructueuses avec le CMAP, le CVN, le LISN et le LTCI.

# RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité incite l'équipe à adopter des stratégies de recrutement visant à accroître la présence de femmes parmi les stagiaires, les CDD-recherche et les EC.

L'équipe a choisi d'être structurée en deux axes dont les liens, encore ténus, gagneraient à être renforcés notamment pour tirer profit de tous ses atouts afin de répondre aux défis méthodologiques en Apprentissage machine.

Le comité recommande à l'équipe d'être attentive à tisser des liens forts entre les thématiques de recherche sur lesquelles elle a une forte expertise, et les nouvelles thématiques portées par des jeunes EC récemment recrutés.

Le comité recommande à l'équipe d'accroître son implication dans l'expertise, l'animation et la direction de la recherche au niveau international et national.

S'appuyant sur la qualité de sa production scientifique et de son rayonnement, le comité incite l'équipe à rechercher des sources de financement auprès d'instances nationales et européennes, et à veiller à ce que ses jeunes EC portent de tels contrats.

# DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

## DATES

**Début :** 3 décembre 2024 à 8h00

**Fin :** 5 décembre 2024 à 16h00

**Entretiens réalisés : en présentiel**

## PROGRAMME DES ENTRETIENS

**Mardi 3 décembre 2024**

| | | |
|---|---|---|
| 8h | | Accueil du comité |
| 8h30 | 1h | Réunion du comité à huis clos |
| 9h30 | 10 mn | Introduction de la visite par le Conseiller Scientifique (CS) du Hcéres<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 9h40 | 1h30 | Présentation du bilan et de la trajectoire de l'unité par le directeur de l'unité<br>(45 minutes de présentation, 45 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 11h10 | 20 mn | Pause |
| 11h30 en // | 45 mn | Rencontre du PAR avec les équipes administratives et techniques |
| 11h30 | 45 mn | Rencontre avec les représentants du personnel : doctorants, postdoctorants<br>Présence : membres du comité et CS, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe |
| 12h15 | 1h15 | Réunion du comité à huis clos et déjeuner |
| 13h30 | 1h | Transfert Évry - Palaiseau |
| 14h30 | 20 mn | Équipe Benagil (10 minutes de présentation, 10 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 14h55 | 20 mn | Équipe SCN (10 minutes de présentation, 10 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 15h20 | 20 mn | Pause |
| 15h40 | 1h | Créneau SCIENCE (1ère partie)<br>Présence : membres du comité et CD, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 16h40 | 1h30 | Réunion du comité à huis clos |
| 18h10 | 1h30 | retour sur Évry |

**Mercredi 4 décembre 2024**

| | | |
|---|---|---|
| 8h15 | | Arrivée du comité |
| 8h30 | 40 mn | Équipe ISTEC (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 9h15 | 40 mn | Équipe SOP (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 10h20 | 45 mn | Rencontre avec les représentants du personnel : personnels administratifs et techniques<br>Présence : membres du comité et CS, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe |
| 11h05 | 1h30 | Réunion du comité à huis clos |
| 12h45 | 1h | Déjeuner |
| 13h45 | 40 mn | Équipe ACMES (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 14h30 | 40 mn | Equipe ARMEDIA (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |

| | | |
|---|---|---|
| 15h15 | 20 mn | Pause |
| 15h35 | 45 mn | Rencontre avec les représentants du personnel : EC et C.<br>Présence : membres du comité et CS, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe |
| 16h20 | 1h30 | Réunion du comité à huis clos |

**Jeudi 5 décembre 2024**

| | | |
|---|---|---|
| 8h15 | | Arrivée du comité |
| 8h30 | 40 mn | Équipe NESS (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 9h15 | 1h | Créneau SCIENCE (2ème partie)<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 10h15 | 20 mn | Pause |
| 10h35 | 1h25 | Réunion du comité à huis clos |
| 12h | 2h | Session Poster avec restauration de type buffet |
| 14h | 30 mn | Réunion du comité avec le Directeur de la recherche IMT et le VP Recherche IP Paris<br>Présence : membres du comité et CS |
| 14h35 | 20 mn | Réunion du comité avec les représentants des tutelles<br>Présence : membres du comité et CS |
| 15h | 30 mn | Réunion du comité avec la direction de l'unité et, le cas échéant, le porteur du projet<br>Présence : membres du comité et CS |
| 15h35 | 5 mn | Clôture de la visite<br>Présence : membres du comité et CS, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité |
| 15h40 | 20 mn | Réunion du comité à huis clos |
| 16h | | fin des réunions |

# OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

TELECOM SudParis

IP PARIS

Évry-Courcouronnes le 5 février 2025
Ref : 07/2025/DIR-TSP

Le directeur de Télécom SudParis

**Affaire suivie par :** Hervé DEBAR
**Tél. :** 01 75 31 44 47
**Mél. :** herve.debar@telecom-sudparis.eu

À l'attention du président du HCERES
19 rue Poissionière
75002 Paris

# COURRIER

**Objet :** Observations générales sur le rapport d'évaluation du laboratoire SAMOVAR
**P.J. :**

Madame, Monsieur,

Nous avons bien reçu le rapport d'évaluation du laboratoire SAMOVAR par le HCERES, et nous tenons tout d'abord à vous remercier pour le travail approfondi et rigoureux réalisé par l'équipe d'audit, sous la direction de M. JARD.

Ce document met parfaitement en lumière les réalisations du laboratoire et ses points forts, et propose des pistes d'amélioration qui nous seront profitables. Nous avons noté trois points qui nous semblent dignes d'attention et sur lesquels nous souhaitons apporter des précisions.

1. Représentation des femmes dans la direction du laboratoire

Le rapport souligne une baisse de la représentation féminine dans l'équipe de direction du laboratoire par rapport à la période précédente. Conscients de l'importance de cette question, nous nous engageons à renforcer la mixité dans les rôles de responsabilité au sein du laboratoire. À cette fin, nous intégrerons des critères de diversité dans le processus de renouvellement de l'équipe de direction, qui se déroulera au printemps 2025 par voie d'élections et de nominations. Nous veillerons ainsi à ce que la présence des femmes soit proportionnelle à leur représentation au sein du laboratoire, et nous mettrons en place un programme de mentorat et de sensibilisation pour accompagner cette dynamique.

2. Identification et visibilité du laboratoire au sein de l'école

L'audit met en avant un manque de visibilité du laboratoire sur le campus, notamment l'absence d'affichage sur les bureaux et les salles. Nous avons d'ores et déjà initié des actions pour renforcer la signalétique et l'identification des espaces liés au laboratoire sur le campus. En parallèle, nous allons intensifier la communication autour de SAMOVAR en valorisant ses activités sur les supports numériques de l'école (site web, réseaux sociaux, newsletters internes), en mettant en avant ses publications et ses collaborations industrielles. Nous allons également formaliser une présentation institutionnelle du laboratoire destinée aux nouveaux étudiants et personnels, afin de renforcer son intégration dans l'écosystème de l'école.

3. Budget et influence stratégique du laboratoire

Le rapport mentionne un budget limité (50k€) consacré principalement au financement des stages, ce qui restreint la capacité de pilotage scientifique par la direction de l'unité. Nous tenons à préciser que ce montant correspond uniquement au budget initial du laboratoire et que celui-ci a progressivement augmenté pour atteindre 90k€ en 2023 (dont 40k€ dédiés aux stages). De plus, SAMOVAR dispose d'une influence directe sur l'attribution des financements complémentaires, notamment les bourses de thèse (2 à 4 par an), grâce à sa participation active aux processus de sélection de l'Institut Mines-Télécom et d'IP Paris.

Par ailleurs, l'impact du laboratoire sur la stratégie de recherche de l'école va bien au-delà de son budget propre. Le directeur de SAMOVAR est membre du comité de direction de Télécom SudParis et du comité transverse, ce qui lui permet d'intervenir à toutes les étapes du processus de recrutement des enseignants-chercheurs permanents (définition des profils de poste, validation des commissions, présélection et auditions des candidats). Cette participation garantit une influence forte de SAMOVAR sur l'évolution des compétences et des thématiques de recherche de l'école.

4. Vision stratégique et perspectives d'évolution

Au-delà des points soulevés par le rapport, nous souhaitons réaffirmer notre engagement à soutenir le laboratoire dans son développement. Dans les années à venir, nous allons renforcer les moyens de SAMOVAR en intensifiant la recherche de financements compétitifs (ANR, Horizon Europe, PIA), en consolidant ses partenariats industriels et académiques, et en favorisant l'interdisciplinarité avec les autres laboratoires d'IP Paris. L'objectif est de positionner SAMOVAR comme un acteur clé de l'innovation en cybersécurité, intelligence artificielle et réseaux du futur, tout en maintenant une recherche d'excellence alignée avec les priorités nationales et européennes.

Nous serons bien entendu attentifs à tous les autres éléments du rapport, et nous continuerons à soutenir le laboratoire, instance capitale de la recherche de l'école, dans toutes ses actions.

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.

François DELLACHERIE

Directeur de Télécom SudParis

Copie à :
François DESBOUVRIES,
Directeur de SAMOVAR



Institut Mines-Télécom

**Télécom SudParis** • Site d'Évry : 9 rue Charles Fourier - 91011 Évry-Courcouronnes Cedex - France • Site de Palaiseau : 19 place Marguerite Perey - 91120 Palaiseau France • Tél. +33 (0)1 60 76 40 40 • Siret : 180 092 025 00055 • NDA 11910803791 • APE : 8542Z
www.telecom-sudparis.eu

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

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

Évaluation · Recherche · Enseignement supérieur
Hcéres

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