

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LTCl – Laboratoire Traitement et Communication  
de l'Information

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

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

---

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



Au nom du comité d'experts :

Stéphane Canu, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, présidente

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

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

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

**Cette version du rapport est confidentielle au titre du décret n° 2021-1537 du 29 novembre 2021. Les parties considérées comme confidentielles ainsi que les réponses aux points d'attention des tutelles ne figureront pas dans la version publique du rapport disponible sur le site du Hcéres.**

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

<b>Président :</b>	M. Stéphane Canu, INSA Rouen, Saint-Étienne-du-Rouvray
<b>Vice-président :</b>	M. Stephan Merz, Inria, Villers-lès-Nancy
	M. Mohamed Daoudi, École nationale supérieure Mines-Télécom Lille Douai/ Institut Mines-Télécom, Villeneuve-d'Ascq
	Mme Nathalie Furmento, CNRS, Talence (personnel d'appui à la recherche)
	Mme Laure Huitema, Université de Limoges
	M. Christophe Jégo, Bordeaux INP, Talence
<b>Experts :</b>	M. Hachem Kadri, Aix-Marseille Université
	Mme Nathalie Mitton, Inria, Villeneuve-d'Ascq
	Mme Caroline Petitjean, Université de Rouen Normandie, Saint-Étienne-du-Rouvray
	M. Frédéric Petrot, Institut polytechnique de Grenoble / Université Grenoble Alpes
	M. Jean-Pierre Tillich, Inria, Paris
	Mme Serena Villata, CNRS, Sophia Antipolis

## REPRÉSENTANTS DU HCÉRES

M. Nicolas Dobigeon  
M. Fabrice Meriaudeau

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

M. Kees van der Beek, Vice-Président Recherche, Institut Polytechnique de Paris  
Mme Sophie Marain, Directrice (par intérim), Télécom Paris

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire Traitement et Communication de l'Information
- Acronyme : LTCI
- Label et numéro : 200319327Z (N° RNSR)
- Nombre d'équipes : quinze équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Talel Abdesslem (directeur), M. Romain Alléaume (directeur adjoint), M. Van-Tam Nguyen (directeur adjoint), Mme Florence Tupin (directrice adjointe)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

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

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Les activités du Laboratoire Traitement et Communication de l'Information couvrent un large spectre, allant des aspects matériels (électronique, optoélectronique, systèmes sur puce, antennes, micro-ondes) aux aspects logiciels (complexité, systèmes, algorithmes, protocoles), en passant par les mathématiques appliquées (théorie des graphes, optimisation, probabilités, statistiques), souvent en relation avec l'intelligence artificielle. L'unité mène également des recherches sur différents types de données (audio, vidéo, images, données semi-structurées, texte), éventuellement multimodales ainsi que des travaux sur les performances et services réseaux, l'information quantique et la cryptographie.

Les thématiques de recherche de l'unité sont structurées autour de trois départements, composés de quinze équipes, liés à la formation au sein de Telecom Paris :

- le département « Image, Données et Signal » (IDS) qui comprend les équipes Image, Modélisation, Analyse, GEométrie, Synthèse (IMAGES), Signal, Statistique et Apprentissage (S<sup>2</sup>A) et Multimédia (MM) ;
- le département « Informatique et Réseaux » (INFRES) qui comprend les équipes Data, Intelligence and Graphs (DIG), Automatic and Critical Embedded Systems (ACES), Design, Interaction, Visualization & Applications (DIVA), Quantum Information Processing and Communication Saclay (QURIOSITY), Cybersécurité et Cryptographie (C2) et Réseaux, Mobilité et Services (RMS) ;
- le département « Communications et Électronique » (COMELEC) qui comprend les équipes Communications Numériques (ComNum), Circuit et Systèmes de Communication (C2S), Radio-Fréquences, Micro-ondes et ondes Millimétriques (RFM<sup>2</sup>), Secure and Safe Hardware (SSH), System on Chip (LabSoc) et Télécommunications Optiques (GTO).

Les thématiques de recherche du département « Communications et Électronique » portent sur les fondements physiques et matériels du traitement algorithmique intelligent des signaux et des données, ainsi que sur leur intégration dans un système d'information global. Elles intègrent les problématiques liées à la conception, la modélisation et l'intégration d'objets dans le système d'information intelligent.

Le département « Informatique et Réseaux » effectue ses recherches sur divers aspects de l'informatique incluant les systèmes autonomes, embarqués et temps réel, les systèmes distribués, la gestion et exploitation des données, l'interaction homme-machine, la cybersécurité, la cryptographie, le traitement de l'information quantique, et des réseaux (évaluation des performances, contrôle et surveillance des réseaux, conception de services réseau innovants).

Les thématiques scientifiques du département « Image, Données et Signal » couvrent de nombreux aspects de l'intelligence artificielle, de la science des données et du calcul visuel et audio (statistiques, optimisation, apprentissage automatique, traitement du signal et de l'image, vision par ordinateur, infographie, codage vidéo, applications audio, traitement du langage naturel, imagerie médicale, télédétection).

De façon transverse, l'unité affiche six axes scientifiques : Data Science & Artificial Intelligence (axe 1), Visual and Audio Computing, Interaction (axe 2), Digital Trust (axe 3), Embedded Systems (axe 4), Communication Systems & Networks (axe 5) et Mathematics & Applications (axe 6).

La thématique transversale des mathématiques appliquées (axe 6) est une des spécificités de l'unité. Dans ce domaine, les recherches portent principalement sur les mathématiques discrètes, les statistiques, les probabilités et l'optimisation.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Fondé en 1982, le LTCI (Laboratoire Traitement et Communication de l'Information) est une unité sous la seule tutelle de Télécom Paris, l'une des écoles d'Institut Mines-Télécom (IMT) et membre de L'Institut Polytechnique de Paris, ou IP Paris. Elle poursuit les travaux initiés au sein de l'UMR LTCI (Unité Mixte de Recherche), un laboratoire de recherche conjoint avec le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) dont le CNRS s'est désengagé le 31 décembre 2016.

Historiquement, l'unité était localisée dans les locaux de l'école Télécom ParisTech au 46 rue Barrault à Paris et au 23 avenue d'Italie. Le déménagement au 19 place Marguerite Perey à Palaiseau, sur le campus de l'Institut polytechnique de Paris du plateau de Saclay, de l'unité dans un seul et unique bâtiment à partir de septembre 2019 a permis de lui restituer une unité de lieu, à l'exception de la petite équipe LabSoc basée sur le campus d'Eurecom à Sophia Antipolis.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Au sein de son établissement, l'unité entretient des relations fortes avec le laboratoire I3 (Institut interdisciplinaire de l'innovation) qui regroupe notamment les recherches en sciences économiques et sociales menées à Télécom Paris.

L'unité est membre de trois départements de IP Paris. La grande majorité de ses membres (2/3 environ) est dans le département IDIA (Informatique, Données et Intelligence Artificielle), regroupant les chercheurs et enseignants-chercheurs du domaine issus des cinq écoles de l'institut. Une trentaine de membres de l'unité est dans le département ICE (Information, Communication, Electronique) de IP Paris et une douzaine de ses membres est dans le département de Mathématiques. L'unité est aussi membre de l'école doctorale de l'Institut Polytechnique de Paris (ED IP Paris). Elle est une entité moteur de l'IA Cluster Hi!PARIS qui fédère les forces en intelligence artificielle de l'institut. Elle est fortement impliquée dans le programme « PhD track » de cinq ans d'IP Paris, accueillant régulièrement des étudiants prometteurs au niveau international.

Plus largement au sein du site du plateau de Saclay, l'unité est fortement impliquée dans l'IRT SystemX et dans le labex Digicosme en sciences du numérique sur trois thématiques : les programmes sûrs et fiables, les réseaux labex et la science des données et l'interaction. L'unité est aussi labellisée pour la qualité de sa recherche partenariale, dans le cadre de l'Institut Carnot Télécom & Société numérique. L'unité participe activement à plusieurs programmes de master, notamment le Master Data Science d'IP Paris et le Master Mathématiques, Vision, Apprentissage (MVA) de l'ENS Paris Saclay.

Dans le domaine des mathématiques, l'unité est affiliée à l'école doctorale mathématiques Hadamard (EDMH). L'unité était membre du labex mathématique Hadamard (LMH) et fait désormais partie de la fondation mathématique Jacques Hadamard (FMJH). Elle est aussi membre du département de mathématiques d'IP Paris, associant cinq autres laboratoires du campus.

L'unité héberge le centre pour l'innovation en matière de logiciels libres (Center for Open Software Innovation ou COSI), créé en 2018 en son sein. Parmi les projets auxquels contribue le COSI, le comité a noté une plateforme multimédia open source GPAC (Generic Package for Audio-visual Content), l'archive ouverte pour les codes source des logiciels Software Heritage, la base de connaissance YAGO (Yet Another Great Ontology) et Scikit-network.

L'unité dispose d'une cellule d'Ingénierie de Recherche attachée au département INFRES. Sa mission est de mettre à disposition des chercheurs de l'établissement, et donc de l'unité, les ressources informatiques dont elle a besoin pour sa recherche. Elle dispose actuellement d'une cinquantaine de serveurs rack en accès libre (CPU et GPU) avec un serveur de stockage rapide (NFS) de 80 To.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	54
Maîtres de conférences et assimilés	70
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	49
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>175</b>

Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	30
Personnels d'appui non permanents	4
Post-doctorants	19
Doctorants	221
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>274</b>
<b>Total personnels</b>	<b>449</b>

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
Telecom Paris	124	1	49
Autres	0	1	0
<b>Total personnels</b>	<b>124</b>	<b>2</b>	<b>49</b>

## AVIS GLOBAL

Les activités du Laboratoire Traitement et Communication de l'Information couvrent un large spectre, allant des aspects matériels (électronique, optoélectronique, systèmes sur puce, antennes, micro-ondes) aux aspects logiciels (complexité, systèmes, algorithmes, protocoles), en passant par les mathématiques appliquées (théorie des graphes, optimisation, probabilités, statistiques), souvent en relation avec l'intelligence artificielle. L'unité mène des recherches sur différents types de données (audio, vidéo, images, données semi-structurées, texte), éventuellement multimodales ainsi que des travaux sur les performances et services réseaux, l'information quantique et la cryptographie. La thématique transversale des mathématiques appliquées est une des spécificités de l'unité.

L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques de manière pragmatique, en lien avec ses forces et une trajectoire historique ayant fait ses preuves, en maintenant une composante fondamentale et mathématique solide qui lui confère un statut original et pertinent au regard des résultats obtenus. Parmi les réalisations remarquables, l'une d'entre elles porte sur le développement de modèles stochastiques pour décrire le comportement d'antennes déformables, équipant par exemple des matériaux textiles (IEEE Trans. Antennas Propag. 2018). Une autre avancée majeure a consisté à analyser et démontrer expérimentalement pour la première fois l'existence d'un chemin d'attaque critique contre la distribution de clés quantiques à variable continue (Phys. Rev. A 2018). Cependant, cette politique scientifique, et notamment son affichage par axe, ne met pas assez en valeur de fructueuses potentielles synergies, par exemple au niveau du quantique ou de l'IA (qui devrait aussi concerner l'électronique).

Le fonctionnement de l'unité est aligné avec celui de son établissement qui repose sur une structure en départements, ce qui lui confère cohérence et efficacité. En dépit d'un renouvellement de ses membres important, l'unité a su recruter au meilleur niveau international, démontrant une excellente attractivité et une excellente gestion de son personnel. La gestion de la sécurité et de la protection des données ainsi que du patrimoine scientifique est excellente, attestée par un zonage pertinent. L'unité dispose d'excellentes ressources adaptées à son profil d'activités, fortement alignées avec la structure en département de l'unité.

L'attractivité de l'unité est globalement excellente, voire remarquable pour les équipes ComNum, GTO et S<sup>2</sup>A. Le rayonnement scientifique est de niveau international avec notamment l'obtention de prix prestigieux. Le succès de l'unité à des appels à projets compétitifs est excellent et notamment attesté par l'obtention de quatre financements ERC au cours de la période.

La production scientifique de l'unité est globalement excellente. La qualité et la quantité sont très bonnes pour les équipes LabSoC et C2S malgré des difficultés matérielles temporaires, excellentes pour le reste de l'unité et remarquables pour l'équipe S<sup>2</sup>A et en théorie de l'information, thématique à laquelle contribuent principalement les équipes ComNum, C2 et RMS. La production scientifique est globalement répartie entre ses personnels. Le respect des principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte est excellent, notamment soutenue par l'initiative du *center for open software innovation*.

La qualité et la quantité des interactions avec le monde socio-économique sont remarquables avec

notamment de très nombreuses conventions Cifre et chaires industrielles. L'une de ces chaires, soutenue par Airbus Defence & Space, Engie, Idemia, Safran et Valeo, concerne par exemple le développement d'outils d'intelligence artificielle applicables dans des contextes opérationnels réalistes. L'activité de l'unité en termes de dépôts de brevets est remarquable. Elle a notamment permis une excellente activité de valorisation. L'unité partage très bien ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société grâce à l'activité de certains de ses membres dans des médias nationaux et internationaux.

En termes de trajectoire, l'unité entend bénéficier de l'adhésion de l'école à l'Institut Polytechnique de Paris afin de favoriser des interactions et de contribuer à la définition d'une stratégie cohérente de recherche. Le comité soutient le principe de ce projet qui augmentera la visibilité des équipes de recherche du site qui travaillent dans le domaine du numérique. Il conviendra cependant à être attentif à une mise en œuvre à laquelle adhèrent les membres de l'unité et à la préservation de ses atouts en matière de pluridisciplinarité, avec notamment la présence de chercheurs en sciences de l'ingénierie, électronique et en mathématiques. Le comité recommande à l'unité de profiter de cette réorganisation pour afficher des thématiques prioritaires comme les télécommunications, le quantique, la cybersécurité et l'intelligence artificielle (avec toutes ses composantes, des mathématiques à l'électronique). L'unité héberge actuellement une équipe-projet commune Inria-Télécom, et d'autres équipes réfléchissent à la création d'EPC Inria. Le comité salue ces initiatives qui peuvent renforcer les équipes dont les thématiques intéressent les deux établissements.