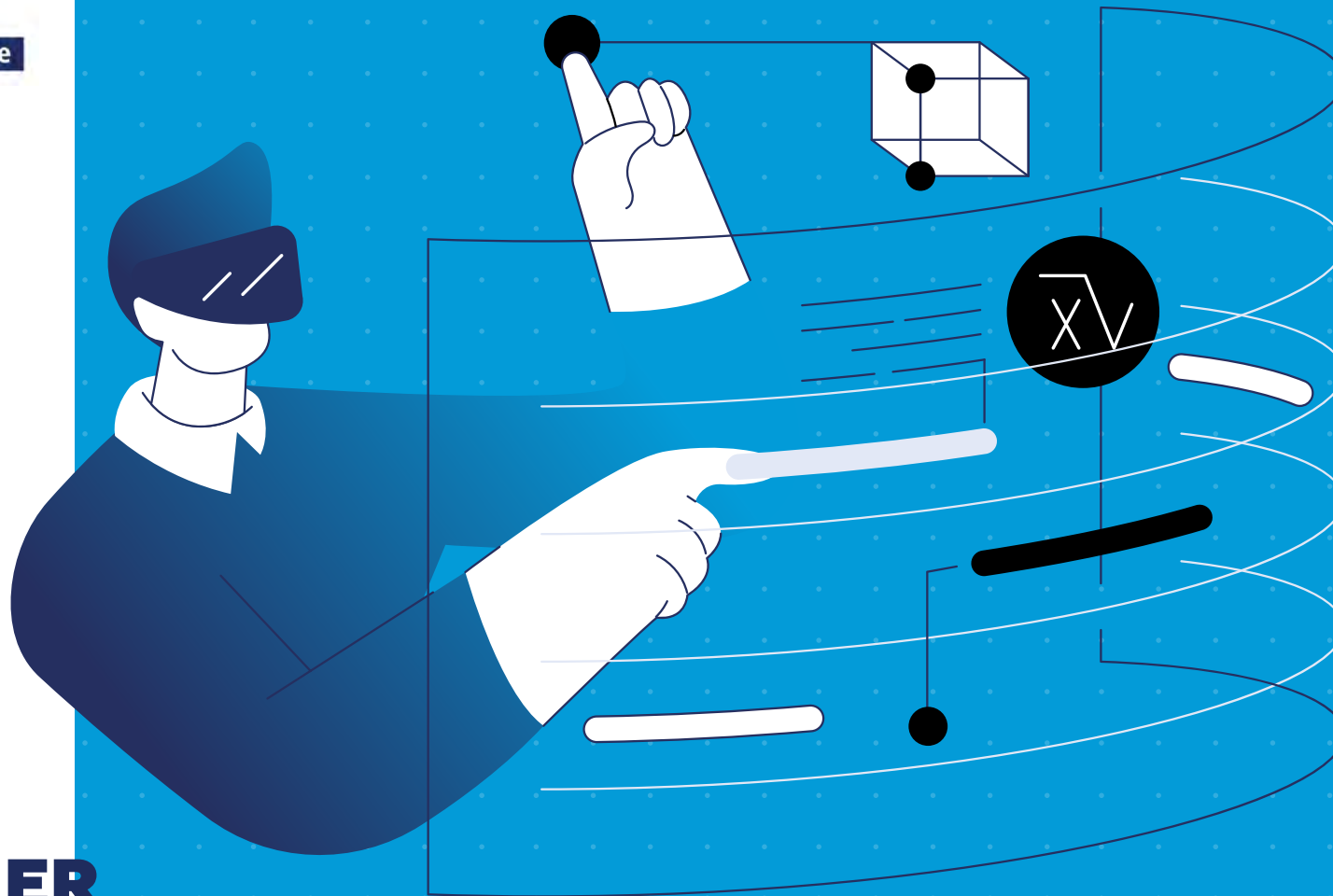



2022-2023

RAPPORT D'ACTIVITÉ

ACCOMPAGNER LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE AU SERVICE DE L'INDUSTRIE DU FUTUR

Découvrir Carnot TSN





François Pineau

Directeur de l'institut Carnot TSN,
Directeur de projet marketing
stratégique et veille technologique
de l'Institut Mines-Télécom

Durant ces 10 dernières années, de nombreux évènements nous ont permis de constater les enjeux vitaux auxquels est confronté notre pays et la fragilité de son modèle de développement « à la française » sur la scène internationale.

EDITO

MOBILISÉS POUR L'AVENIR DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

La crise COVID-19 a notamment mis en lumière l'incapacité de la patrie de Louis Pasteur à élaborer dans les temps un vaccin compétitif, mais a également souligné la dépendance de la France aux principes actifs médicamenteux asiatiques ou encore à l'outil industriel chinois pour la production de masques chirurgicaux.

Le conflit militaire en Ukraine et ses conséquences géostratégiques autour de l'accès aux ressources naturelles, notamment énergétiques, a contribué à plonger le pays dans une forte incertitude l'hiver dernier, avec des conséquences économiques parfois tragiques pour les ETI, les PME et les artisans français.

Pendant plus de 20 ans, nos spécialistes de géostratégie et d'intelligence économique nous ont mis en garde contre une perte de souveraineté et ont décrit une nasse qui se refermait inéluctablement sur nous. Pourtant, comme on a pu le constater, cela n'a pas suffi à nous faire réagir à temps pour se prémunir d'actes de prédation et de perte de notre puissance dans de nombreux secteurs. On le voit, la thématique de la souveraineté est désormais partout... à marche forcée : elle est devenue une composante incontournable de tous les défis politiques, sociaux et économiques auxquels la France va faire face dans le futur. Si l'État français semble avoir pris la mesure de la situation et avoir réagi avec le plan d'investissement « France 2030 », la communauté d'intérêts et la mise en ordre de bataille

doivent désormais drastiquement s'accélérer chez tous les acteurs politiques, institutionnels et socio-économiques du pays.

Alors que faire ?

Il y a bien sûr un levier politique à activer, que ce soit au niveau national ou à l'échelon international, pour sécuriser en premier lieu un accès aux ressources, dont nous avons tant besoin pour produire et tout simplement... vivre.

Mais c'est bien en pariant sur les quelques points forts qu'il nous reste et en se mobilisant collectivement, humblement et sans arrière-pensées, que nous pourrions espérer recouvrer une souveraineté accrue dans les 10 ans à venir. Alors oui, misons sur le tourisme, redonnons ses lettres de noblesse à notre gastronomie, faisons la part belle à notre agriculture, développons encore notre artisanat du luxe... mais de grâce, utilisons aussi nos cerveaux pour réindustrialiser la France. Pour cela, il faut dès maintenant basculer vers **une approche systémique à la fois au niveau macro**, pour comprendre les liens et les dynamiques entre les secteurs et ainsi mieux focaliser l'utilisation des aides d'État, mais également **au niveau microéconomique** afin de fournir aux acteurs de l'économie réelle un écosystème favorable pour se développer.

L'Institut Carnot Télécom & Société numérique (TSN) entend jouer un rôle prépondérant à ce niveau en tissant des liens tenus avec les entreprises, et cela, sur le long terme.

Nos chercheurs apportent d'ores et déjà **une forte capacité d'innovation aux industriels**, en leur fournissant de la R&D de très grande qualité dans le domaine de la 5xG (antennes, architecture, orchestration, cybersécurité, sobriété énergétique des systèmes, maintenance prédictive, optimisation des ressources réseau par l'intelligence artificielle, IoT, digital twin, etc.). Dans ce domaine, l'essai doit maintenant être transformé dans les différents comités de normalisation (3GPP, IUT, ETSI, etc.) si l'on souhaite avoir un jour la capacité de déployer une infrastructure de réseau mobile souveraine au niveau européen. Cette montée en puissance par la normalisation est un enjeu au cœur des deux grands programmes structurants co-pilotés par le Carnot TSN pour le compte de l'État : **le PEPR 5G et FRAMExG**, qui embarquent la quasi-totalité des forces de recherche académique nationales.

Le Carnot TSN, c'est par ailleurs de **l'excellence scientifique dans tous les domaines liés au digital** : de la fabrication de composants à l'étude des usages. À ce titre, citons trois chantiers nationaux à fort enjeu de souveraineté qui sont de formidables terrains de jeu pour nos chercheurs et sur lesquels appuyer notre réindustrialisation :

- **L'industrie du futur** d'abord, où l'évolution de l'organisation industrielle et de l'outil de production se réalise chaque fois plus en symbiose avec les technologies numériques ;
- **La santé** ensuite, où l'adjonction du digital permet des progrès époustouffants dans le diagnostic, mais également dans la mise en œuvre des thérapies ;
- **La mobilité terrestre** enfin, où, au-delà de la voiture autonome, le numérique devra permettre dans les années à venir la création d'un réseau de transport des personnes et des marchandises optimisé et interconnecté.

Pour tenter de reconquérir un peu de notre souveraineté, la recherche des laboratoires devra infuser bien davantage dans l'innovation des grands groupes, mais aussi dans celle des ETI, des PME et d'une myriade de TPE. Dans le contexte qui est le nôtre, réussirons-nous à créer les conditions idoines pour que la transition écologique, qui peut encore être vécue aujourd'hui comme une contrainte pour notre tissu socio-économique, se transforme en opportunité ?

Enfin, saurons-nous établir une souveraineté technologique sur des domaines en plein essor ? Au sein du Carnot TSN, nos chercheurs travaillent déjà depuis longtemps sur des sujets tels que l'intelligence artificielle, les technologies blockchain et Web3 ou encore l'informatique quantique. Ne nous réveillons pas dans 20 ans...

SOMMAIRE

02	Qui sommes-nous ?
03	Chiffres clés 2022
04	Faits marquants
07	Focus 5G
11 à 18	Accélérer l'industrie du futur par la recherche et l'innovation
12	Une politique scientifique pro-active
15	Des projets d'innovation et de transformation
17	Des plateformes technologiques au service de l'innovation des entreprises
19	Le réseau Carnot
20	L'équipe Carnot TSN

CARNOT TÉLÉCOM & SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE

PREMIER PARTENAIRE PUBLIC R&D SPÉCIALISÉ DANS LE NUMÉRIQUE EN FRANCE

Les instituts Carnot sont des regroupements d'équipes de recherches travaillant sur une même thématique et issues de plusieurs établissements publics.

Le label Carnot, créé en 2006, est un label d'excellence décerné par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et de l'Innovation qui encourage la recherche partenariale, c'est-à-dire la conduite de travaux de recherche menés par des laboratoires publics en partenariat avec des acteurs socio-économiques, notamment avec des entreprises.



L'Institut Carnot Télécom & Société Numérique rassemble 11 établissements de recherche d'excellence. Il constitue le premier Carnot en sciences et technologies du numérique au niveau national.



**Découvrez
le Carnot TSN
en vidéo**

Acteur majeur de la R&D et de l'innovation numérique, le Carnot TSN facilite l'accès des entreprises aux compétences des laboratoires de recherche publics, grâce à une offre de recherche structurée et ciblée, facile à mettre en place, et adaptée aux besoins de chaque entreprise.

Grâce à ses équipes de recherche et à ses plateformes technologiques, l'institut Carnot Télécom & Société numérique accompagne les entreprises de toute taille sur les implications techniques, économiques et sociales de la transition numérique.

Accélérateur de la transformation numérique

Le Carnot Télécom & Société numérique fédère les laboratoires et les équipes de recherche de 11 établissements de recherche d'excellence : un réseau de composantes développé avec un fort ancrage territorial facilitant l'accès aux entreprises.

Le Carnot TSN, un gage d'excellence dans la recherche partenariale

Labellisé Carnot depuis 2006, l'Institut Carnot Télécom & Société numérique constitue le premier institut Carnot « Sciences et technologies de l'information et de la communication » d'ampleur nationale. Avec plus de 1 900 chercheurs, soit plus de 200 chercheurs supplémentaires par rapport à l'année précédente, l'institut Carnot TSN se concentre sur les implications techniques, économiques et sociales de la transition numérique. En 2020, le label était renouvelé pour la quatrième fois consécutive, démontrant ainsi la qualité des recherches et innovations produites par les collaborations entre chercheurs et entreprises.

En savoir plus



Nos domaines d'expertise scientifique et technique pour accompagner les entreprises de toute taille sur tous les enjeux de la transition numérique



Réseaux & internet des objets



Big Data & IA



Cybersécurité



Industrie du futur



Smart City



Mobilité intelligente



Environnement



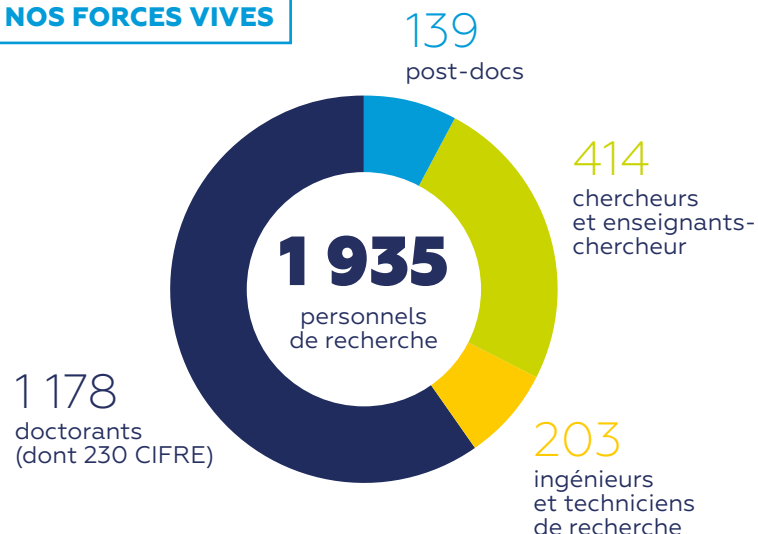
Système Énergétique



Santé numérique

CHIFFRES CLÉS 2022

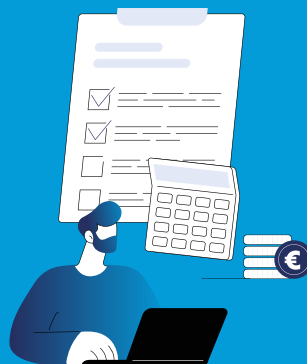
NOS FORCES VIVES



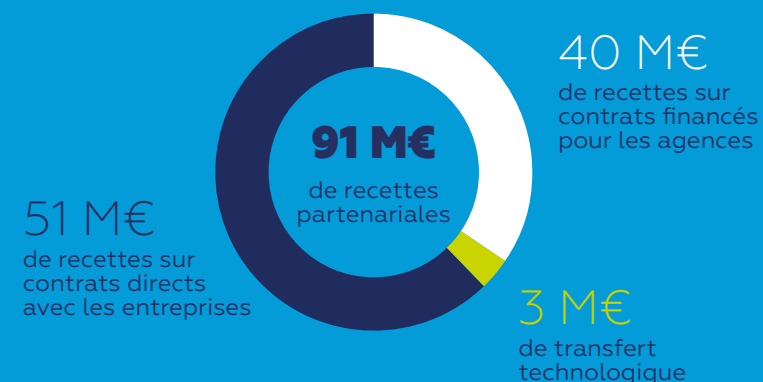
DONNÉES ÉCONOMIQUES

Budget consolidé recherche

112 M€



Recettes recherche partenariale



LABORATOIRES DES COMPOSANTES

11
entités composantes

29
laboratoires communs avec les entreprises

43
chaires industrielles

68
plateformes technologiques

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

INNOVATION ET TRANSFERT

82
nouveaux brevets prioritaires et logiciels déposés en 2021

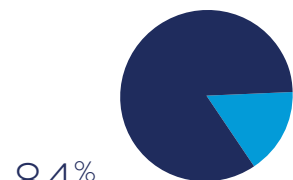
90
inventions déclarées

43
sociétés créées dans l'année

PROJETS ET PARTENARIATS

Plus de 1 046 entreprises accompagnées dans leurs projets de recherche et d'innovation.

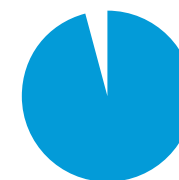
Le Carnot Telecom & Société numérique s'investit dans une activité intense de recherche contractuelle bilatérale avec l'industrie et initie un nombre de contrats de R&D en croissance chaque année.



de la R&D partenariale au service du développement des régions en France



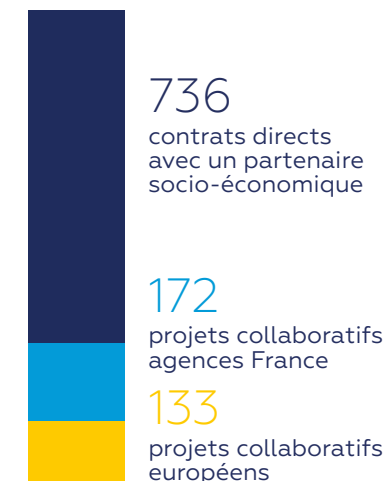
de la R&D au service des entreprises à l'international



des entreprises satisfaites

1 081

contrats ont été signés





SEPTEMBRE 2022

[Lire l'article](#)**Une étude sur les données personnelles des mineurs**

La protection des données personnelles des mineurs est un sujet sensible au regard de la législation du numérique, notamment aux États-Unis, où des amendes records ont été prononcées contre des GAFA, pour non-respect de la loi. Grâce au soutien du Carnot TSN, des chercheurs, parmi lesquels Vincent Lefrere d'IMT Business School se sont penchés sur les facteurs influençant la collecte de données chez les enfants : taille de l'entreprise, pays d'origine, etc. Leur étude a duré trois ans et porté sur 27 000 applications développées dans 127 pays. Elle montre l'effet plutôt positif des politiques des grandes plateformes et le rôle déterminant des législations du pays dans lequel est effectué le développement, particulièrement en Europe et aux États-Unis.

DÉCEMBRE 2022

[Lire l'article](#)**Colloque « L'Atout des polymères et des textiles »**

L'Institut Carnot TSN participe à ce congrès dédié à l'apport des polymères et textiles au secteur médical, organisé par la SFIP (Société Française des Ingénieurs des Plastiques) et TECHTERA (Pôle de compétitivité de la filière textile française). Trois grands thèmes sont à l'ordre du jour de cette édition : l'innovation, la réglementation et les attentes des utilisateurs et le développement durable.

FAITS MARQUANTS

2022



NOVEMBRE 2022

Grand Prix IMT-Académie des sciences 2022

Le lauréat de ce prix, attribué par l'Institut Mines-Télécom (IMT) et l'Académie des sciences, est un chercheur dont les actions ont permis des avancées exceptionnelles dans l'ingénierie optique et la robotique : Jean-Louis de Bougrenet de la Tocnaye, professeur responsable du département d'Optique d'IMT Atlantique, et responsable de la plateforme Arago, doublement labellisée Plateforme IMT & Carnot Télécom & Société numérique. Un prix espoir a également été remis à Silvère Bonnabel, chercheur associé au Centre de Robotique, et professeur à MINES PSL pour récompenser un travail alliant théorie mathématique et applications industrielles dans le domaine de l'automatique.

30 NOVEMBRE 2022

Conférence « Beyond the Mobile Phone »

L'événement, soutenu par le Carnot Télécom & Société numérique, en partenariat avec EURECOM, France Brevets, IMT et Qualcomm, est consacré cette année à la thématique de la 5G pour l'Intelligent Edge.

[Lire l'article](#)[Lire l'article](#)

JANVIER 2023

L'IMT et le Carnot TSN lauréats de l'AAP « maturation-prématuration »

Le projet FRAMEXG porté par l'IMT et le Carnot TSN, fait partie des 17 lauréats de l'appel à projets « prématuration-maturation » du plan d'investissement France 2030, qui cible le cycle de l'innovation pour renforcer l'emploi, stimuler les inventions et les transferts technologiques. Ce projet vise à porter à maturité les technologies 5G-6G de rupture et à les transférer vers le secteur socio-économique.

[Lire l'article](#)**Chaire « Sciences des données et intelligence artificielle »**

Soutenue par le Carnot TSN, cette chaire industrielle de Télécom Physique Strasbourg et ICube Strasbourg bénéficie du mécénat de la Région Grand Est et d'entreprises telles que Crédit Mutuel Alliance Fédérale et Euro-Information, Heppner, Hager Group, le groupe ES, Socomec Group et 2CRSi. Grâce aux recherches de pointe en science des données et intelligence artificielle menées au sein du laboratoire Icube, et à ces relations renforcées avec les acteurs des mondes socio-économiques, son ambition est de former les data-scientists de demain et de renforcer le nouveau cursus ingénieur en informatique et réseaux à Télécom Physique Strasbourg, tout en incitant les élèves-ingénieurs à l'entrepreneuriat et l'innovation.

[Lire l'article](#)

AVRIL 2023

Le salon SIFER

L'institut Carnot TSN est présent au Salon International de l'Industrie Ferroviaire (SIFER), qui se tient à Lille Grand Palais. C'est l'occasion de présenter un démonstrateur inédit illustrant la reconstruction de cœur de voie par procédé XXL DED Additive Manufacturing, une technologie laser de pointe, développée en partenariat avec Welding Alloys France, qui permet d'assurer la maintenance et la qualité des rails.

2023

FÉVRIER 2023

EURECOM au World AI Cannes Festival

EURECOM était présent à la deuxième édition du World AI Cannes Festival avec ses co-exposants : l'Université Côte d'Azur, le CNRS, l'Inria, l'Inserm, 3I Côte-d'Azur et Skema. Au programme : de nombreuses démonstrations (start-ups, établissements...), des challenges, des interventions d'experts.

Mobile World Congress

EURECOM, composante du Carnot Télécom & Société numérique, a participé au WMC (World Mobile Congress) à Barcelone du 27 février au 2 mars, avec BubbleRAN et OpenAirInterface Software Alliance. Ont été présentées au public de ce salon de référence les activités de recherche fondamentale et partenariale, de formation, de développement de logiciels libres et de normalisation menées par EURECOM.



MARS 2023

Salon GLOBAL INDUSTRIE

L'institut Carnot Télécom & Société numérique est présent au salon Global Industrie, sur le stand du réseau des Instituts Carnot. Objectif : stimuler la collaboration entre les laboratoires de recherche publics et les entreprises pour favoriser l'innovation technologique et le transfert de connaissances.

[Lire l'article](#)**L'IMT Atlantique honorée par la communauté LoRaWAN**

Chercheurs à l'IMT Atlantique, Laurent Toutain, Ivan Martinez, Dominique Barthel, Rémi Demerlé et Hussein Al Haj Hassan ont reçu, lors de la cérémonie LoRaWAN LIVE à Orlando (USA), le prix LoRa Alliance Prestigious Award pour leurs contributions au projet IPv6, ainsi qu'au projet inter-Carnot BCB5G. Leurs travaux sur la certification pour IPv6 du protocole de communication radio LoRaWAN ouvrent de nouvelles opportunités, notamment dans l'Internet des Objets. Le projet BCB5G, financé par Carnot MINES et Carnot TSN, vise à renforcer l'utilisation du protocole SCHC dans les environnements industriels, favorisant l'intégration de l'OT et de l'IT, et ouvrant des perspectives pour les réseaux 5G et au-delà.

[Lire l'article](#)

JUIN 2023

ICube fête ses 10 ans

Le laboratoire ICube fête ses dix ans. Soutenue par l'Institut Carnot Télécom & Société numérique, cette unité mixte de recherche du CNRS, de l'Université de Strasbourg, de l'INSA Strasbourg, l'ENGES et l'INRIA, met ses compétences dans les domaines de la physique, l'ingénierie et l'informatique, au service de thématiques telles que l'industrie du futur, l'imagerie et la robotique médicales et chirurgicales, le calcul scientifique, l'environnement et le développement durable, et enfin, l'intelligence artificielle.

[Lire l'article](#)**L'IMT au Bourget**

Labellisé institut Carnot Télécom & Société numérique, l'Institut Mines-Télécom (IMT) est présent, avec son partenaire la société Esaris Industries, au Salon de l'Aéronautique et de l'Espace, qui réunit au Bourget l'ensemble des acteurs de l'industrie mondiale autour des dernières innovations technologiques. L'accord-cadre signé un an auparavant entre l'entreprise et le Carnot TSN engage les deux partenaires dans un processus d'innovation collaborative, visant notamment à répondre aux besoins du secteur aéronautique et spatial, en particulier en matière de pénurie de composants électroniques et de matériaux, et de main d'œuvre.

[Lire l'article](#)

2023

MAI 2023

Chaire DSAIDIS : la data science et l'IA au service de l'industrie[Lire l'article](#)

Soutenue par le Carnot TSN, la chaire DSAIDIS (Data science & artificial intelligence for digitalized industry & services), portée par deux enseignants-chercheurs de Télécom Paris, cherche à répondre aux enjeux de l'exploitation des données industrielles, en étroite collaboration avec Airbus Defence and Space, Engie, IDEMIA, Safran et Valeo. Pour le secteur de l'industrie et des services, l'analyse des données massives et l'intelligence artificielle (IA) représentent des opportunités pour accélérer les prises de décision, effectuer des prévisions fiables et gagner en efficacité.

FEMTO à Toyama

Les spécialistes de FEMTO Engineering ont participé à la conférence conjointe IFCS - EFTF, qui s'est tenue à Toyama (Japon). Ils ont présenté les performances inédites en stabilité de fréquence de l'oscillateur ultra-stable ULISS ainsi que les derniers développements de la Plateforme de mesure temps-fréquence OSCILLATOR IMP.

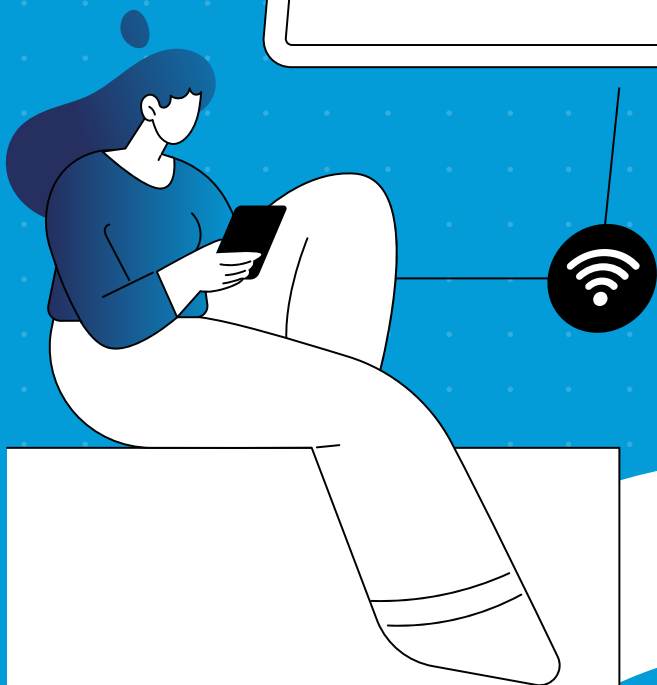
JUILLET 2023

Lancement du PEPR « 5G et Réseaux du futur »

L'Institut Carnot TSN est présent à cet événement au cours duquel est présenté le Programme et équipements prioritaires de recherche « 5G et Réseaux du futur », dans lequel l'IMT sera chargé en particulier de mettre en place la plateforme France 6G.

Une thèse CIFRE pour lutter contre la pollution urbaine[Lire l'article](#)

Partenaire de Télécom Physique Strasbourg, membre de l'Institut Carnot Télécom & Société numérique, le laboratoire ICube et l'entreprise Air&D, spécialisée dans la qualité de l'air en milieu urbain, collaborent autour de la thèse CIFRE de Xavier Jurado. L'objectif de cette thèse est de concevoir des outils de détermination rapide de la pollution de l'air en milieu urbain, en s'appuyant sur l'intelligence artificielle. Un démonstrateur a été développé pour prédire la qualité de l'air sur une zone test d'un kilomètre carré.



5G ET RÉSEAUX DE COMMUNICATION DU FUTUR

PRÉPARER LA SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE DE DEMAIN

L'Institut Carnot Télécom & Société numérique (TSN) est au cœur des enjeux de souveraineté et de compétitivité liés à la 5G et aux réseaux du futur. Acteur de référence de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, en lien étroit avec les acteurs socio-économiques, industriels, institutionnels et académiques, il mène de nombreux projets de recherche partenariale afin de développer les usages innovants de ces technologies. Grâce à son expertise, il intervient également comme appui aux politiques publiques.



L'appui aux pouvoirs publics

Les technologies 5G et ultérieures représentent un fort potentiel de croissance sur lequel la France mise, en s'appuyant sur de réelles capacités. L'enjeu est d'intégrer des innovations matérielles, logicielles et dans l'architecture des systèmes pour développer les services numériques à valeur ajoutée du futur. Le Carnot TSN contribue activement, aux côtés du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique, à la définition et la mise en œuvre de la **Stratégie nationale d'accélération 5G & Réseaux du Futur**, brique importante du plan France Relance et du Programme d'investissements d'avenir.

- En collaboration avec le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), il contribue au PEPR (Programme et équipements prioritaires de recherche) 5G et Réseaux du futur, notamment en pilotant la recherche « amont », qui vise à soutenir le développement de la 5G et de la 6G tout en évaluant leur impact sur l'environnement.
- L'Institut Mines-Télécom (IMT) et son institut Carnot Télécom & Société numérique (Carnot TSN) font partie des 17 lauréats de l'appel à projets « prématuration-maturation » du nouveau plan d'investissement France 2030, avec le programme FRAMExG (French program of IP Massification for Europe in XG). Ce soutien va permettre d'intensifier l'activité de transfert de solutions issues de la recherche publique vers le monde industriel, notamment par l'intermédiaire de brevets.

Ces 2 programmes sont étroitement articulés, formant ainsi un continuum de grande ampleur inédit entre Recherche – Prématuration – Maturation et Industrie, en appui à l'effort intense de souveraineté télécom déployé par les autorités ces dernières années.

La formation aux réseaux du futur

Le projet IMTFor5G+ de l'Institut Mines-Télécom (IMT) a été retenu dans le cadre de l'appel à manifestation d'intérêt « compétences et métiers d'avenir » en faveur de la souveraineté numérique. Ce dispositif de formation initiale et continue fédère 7 des écoles de l'IMT avec des entreprises (Alsatis, Clever Cloud, Ericsson, Infovista, NXP, Orange, Thales, WeAccess), des associations représentatives des besoins (FFT, AIF, Cap Digital) et des partenaires associés (Broadpeak, Nokia, SNEF) ainsi qu'un club de soutiens (CETIM, EDF, Numéum, Qualcomm, Red Technologies). Il vise à déployer à l'échelle nationale des formations destinées à des étudiants, élèves ingénieurs et professionnels, pour développer la maîtrise des technologies, des architectures et des logiciels dans le cadre de la mise œuvre et de l'exploitation de systèmes répartis, de pilotage par les données, de l'IA et des jumeaux numériques. La coordination pédagogique du projet est assurée par Xavier Lagrange, enseignant-chercheur à l'IMT Atlantique.



Retrouvez notre podcast :
« Que nous réserve encore la 5G? »



LE PEPR RÉSEAUX DU FUTUR

Ce programme qui soutient une recherche et un développement français de pointe couvre l'ensemble de la chaîne de valeur de la 5G et des réseaux du futur. Son approche pluridisciplinaire et multisectorielle va au-delà des seuls aspects liés aux télécommunications pour accompagner la prochaine révolution numérique en intégrant les impacts environnementaux et sociétaux.

Ce programme a quatre objectifs principaux : le développement des usages 5G pour contribuer à la compétitivité de l'économie française ; le développement de solutions françaises souveraines ; la consolidation des forces de recherche et développement sur des futures générations de réseaux ; le renforcement de l'offre de formation et attirer des talents à l'international.

Les projets se regroupent en quatre grands axes : architectures de réseaux et services, système « de bout en bout », briques technologiques, plateformes et démonstrateurs sur les réseaux du futur.

STIMULER L'ÉCOSYSTÈME NATIONAL DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Grâce à l'excellence de ses chercheurs et ingénieurs et à leur implication dans le transfert et la valorisation de la recherche, le Carnot TSN joue un rôle clé dans l'animation de la filière française des télécommunications et réseaux, pour renforcer sa compétitivité et faire émerger des champions nationaux.

Parallèlement à ces projets collaboratifs réunissant des consortia académiques et industriels de grande envergure, le Carnot TSN mène de multiples collaborations directes avec des industriels français, européens et internationaux, via des accords-cadres, des laboratoires communs, des thèses CIFRE, des actions de maturation et d'incubation ou encore des chaires d'enseignement et industrielles.

TSN est ainsi un partenaire 5.xG important d'entreprises telles qu'Ericsson, Qualcomm, Nokia, Orange, Airbus ou Thalès ainsi que d'autres grands groupes, PME et startups.

LES PROJETS DE RECHERCHE PARTENARIALE

Le Carnot TSN est impliqué dans de nombreux projets de recherche industrielle, notamment par le biais de projets collaboratifs pluriannuels soumis aux différentes vagues d'appels à projets mis en œuvre par le Ministère de l'Économie et des Finances et BPI France.

Beyond5G

Ce projet soutenu par le Carnot TSN et financé par le gouvernement dans le cadre du Plan de relance et du Programme d'investissements d'avenir réunit l'IMT, EURECOM, Thales et Ericsson. Son objectif est d'apporter des avancées spécifiques sur le plan des performances, de la résilience, de la qualité des services de communication (débits, latence, gestion de réseaux) et des solutions permettant de garantir la fiabilité, la sécurisation du réseau et de son accès pour les utilisateurs et systèmes connectés. Il s'agit de préparer des perspectives industrielles réelles, souveraines et « capacitantes » pour la France, par un dialogue fructueux entre recherche et essais sur des plateformes. Le projet a d'ores et déjà conduit à la publication de 15 articles scientifiques et au dépôt de plusieurs brevets.

5GMetaverse

Pour couvrir les nouveaux besoins induits par l'arrivée des métavers, ce projet ayant pour chef de file Airbus Group et pour partenaires l'IMT, Orange, Shift 89, Immersive Factory Kalray et Boa Concept ambitionne d'évaluer les technologies et normes de la 5G, notamment pour la gestion des identités des objets et des données, et de les faire évoluer.

L'approche pragmatique s'appuiera sur des cas d'usage génériques, issus d'applications grand public et industrielles. L'un des objectifs est de faire bénéficier des possibilités du métavers aux outils de l'usine 4.0 tels que le jumeau numérique et la réalité mixte.

PIEEC-MECT 5G Orange

IMT, EURECOM, Ekinops, CEA List et b<>com collaborent avec Orange SA autour de ce projet, qui vise à développer des solutions concrètes pour la prochaine décennie, en créant et déployant des infrastructures numériques sécurisées et durables à travers la « 5G partout ». Les solutions proposées contribuent à la transformation numérique des entreprises grâce aux infrastructures et services véhiculaires (vehicule-to-X) ainsi qu'aux réseaux privés 5G. La collaboration avec le secteur microélectronique doit permettre un alignement de la recherche tout au long de la chaîne de valeur numérique.

FRAMExG

Piloté par le Carnot TSN et la SATT Ouest Valorisation, ce projet réunit l'IMT, EURECOM, les SATT françaises, b<>com et l'INRIA afin de mobiliser une Équipe de France académique de la 5xG. L'objectif est de faire mûrir des technologies 5G-6G de rupture et d'accélérer leur transfert dans le monde socio-économique et industriel. Constitué de la majorité des laboratoires de recherche, des offices de transfert technologique et des instituts de recherche technologique compétents du territoire national, il est soutenu par des industriels français et européens majeurs.

FRAMExG s'appuie sur une approche de rupture dans les pratiques de valorisation de la recherche et de transfert technologique : un dispositif de fabrique à brevets (patent factory), développé depuis de nombreuses années par le Carnot TSN, permet de générer efficacement une masse critique de brevets, qui peuvent être alors transférés directement chez des industriels et/ou être portés en comités de standardisation internationaux, dans lesquels se jouent d'importants enjeux de compétition internationale et de souveraineté télécom, tous deux cruciaux à l'heure actuelle.

LES PLATEFORMES DÉDIÉES



OpenAirInterface

Cette plateforme logicielle open source fondée par EURECOM est au service des systèmes de télécommunication mobile tels que la 5G. En permettant de reproduire un environnement 5G complet, avec tous les composants clés d'un tel système, elle offre un terrain d'expérimentation pour concevoir et tester des innovations dans le domaine des réseaux d'accès radio. La plateforme réunit également une communauté de développeurs logiciels, appelée OpenAirInterface Software Alliance, qui regroupe des partenaires académiques et industriels et qui contribue à faire avancer la recherche scientifique autour des réseaux mobiles.

Free5G

Ce projet développé par Télécom Paris met à disposition une infrastructure d'expérimentation, de recherche et de développement accessible à distance. Les expérimentations peuvent porter à la fois sur l'accès radio 5G et sur le réseau cœur. Des systèmes embarqués programmables sont également disponibles pour développer et tester des fonctionnalités protocolaires au niveau des terminaux/capteurs.

La plateforme comprend deux salles. Une première salle en environnement confiné permet de procéder à des expérimentations sur des bandes opérées. Un réseau complet 4G/5G est disponible ainsi qu'une infrastructure de serveurs placés en datacenter. Une seconde salle permet d'effectuer des développements sur des bandes ISM avec un réseau de capteurs programmables ouverts.



EUROP

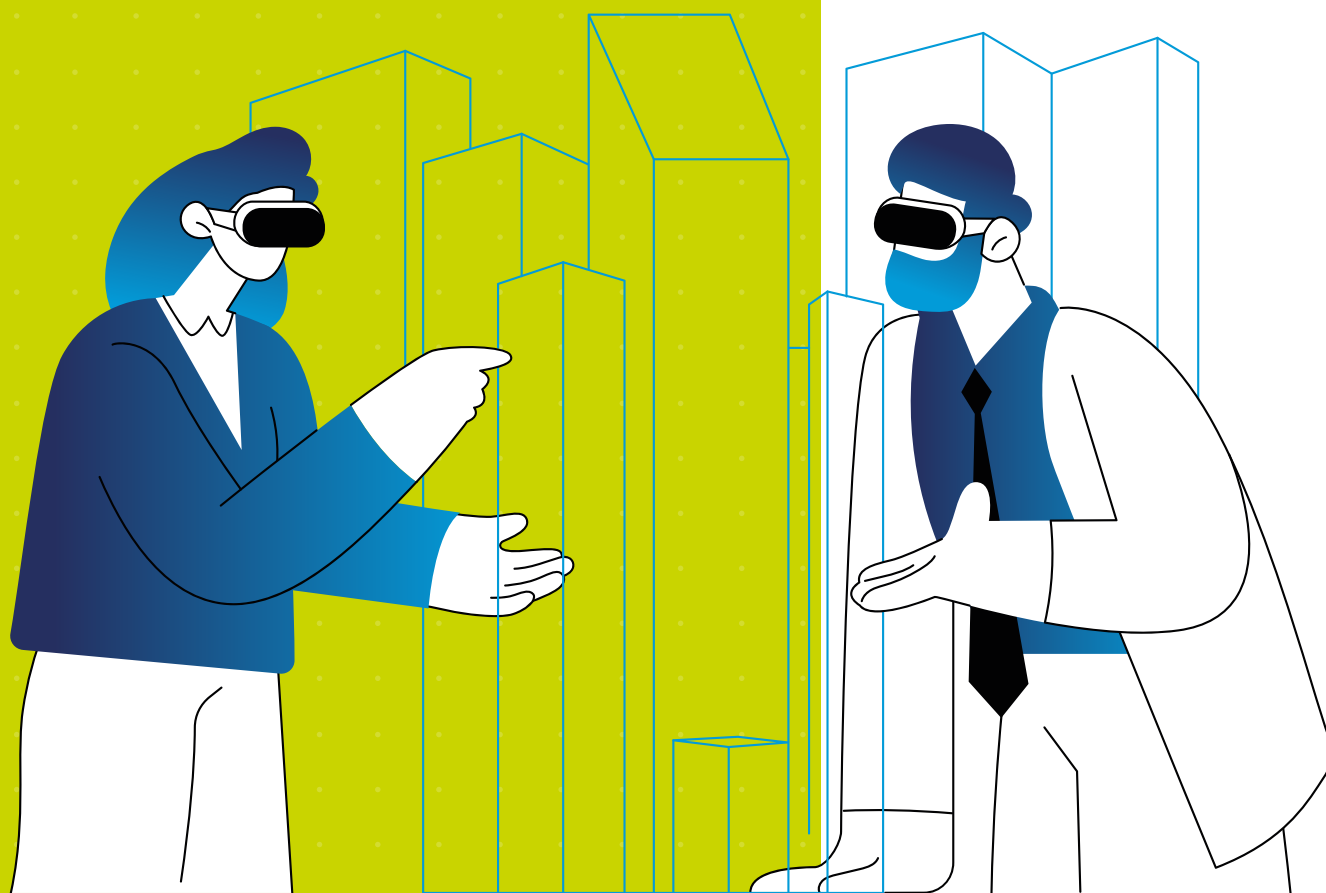
Située à l'école Télécom Saint-Etienne, cette plateforme permet de recréer au sein d'une pièce l'ensemble de l'architecture réseau (ADSL, fibre optique, etc...) et des services (accès Internet, téléphone, TV) d'un grand opérateur de télécom, en liaison avec un réseau mobile.

EUROP est à la fois un outil destiné aux entreprises partenaires et un outil de formation pour les étudiants. La plateforme permet d'essayer des matériels, services ou équipements en simulant le cheminement des données depuis un client final à bas débit (type particulier à la campagne) jusqu'à une connexion professionnelle rapide (fibre optique d'entreprise en centre ville).

*En parallèle de ces 3 plateformes « **cœur de réseaux mobiles** », le Carnot TSN propose à ses partenaires socio-économiques de nombreuses plateformes complémentaires, expérimentales et numériques, en cybersécurité, intelligence artificielle, IoT, edge computing, simulation, réseaux, ou encore sur les usages.*



ACCÉLÉRER L'INDUSTRIE DU FUTUR PAR LA RECHERCHE ET L'INNOVATION



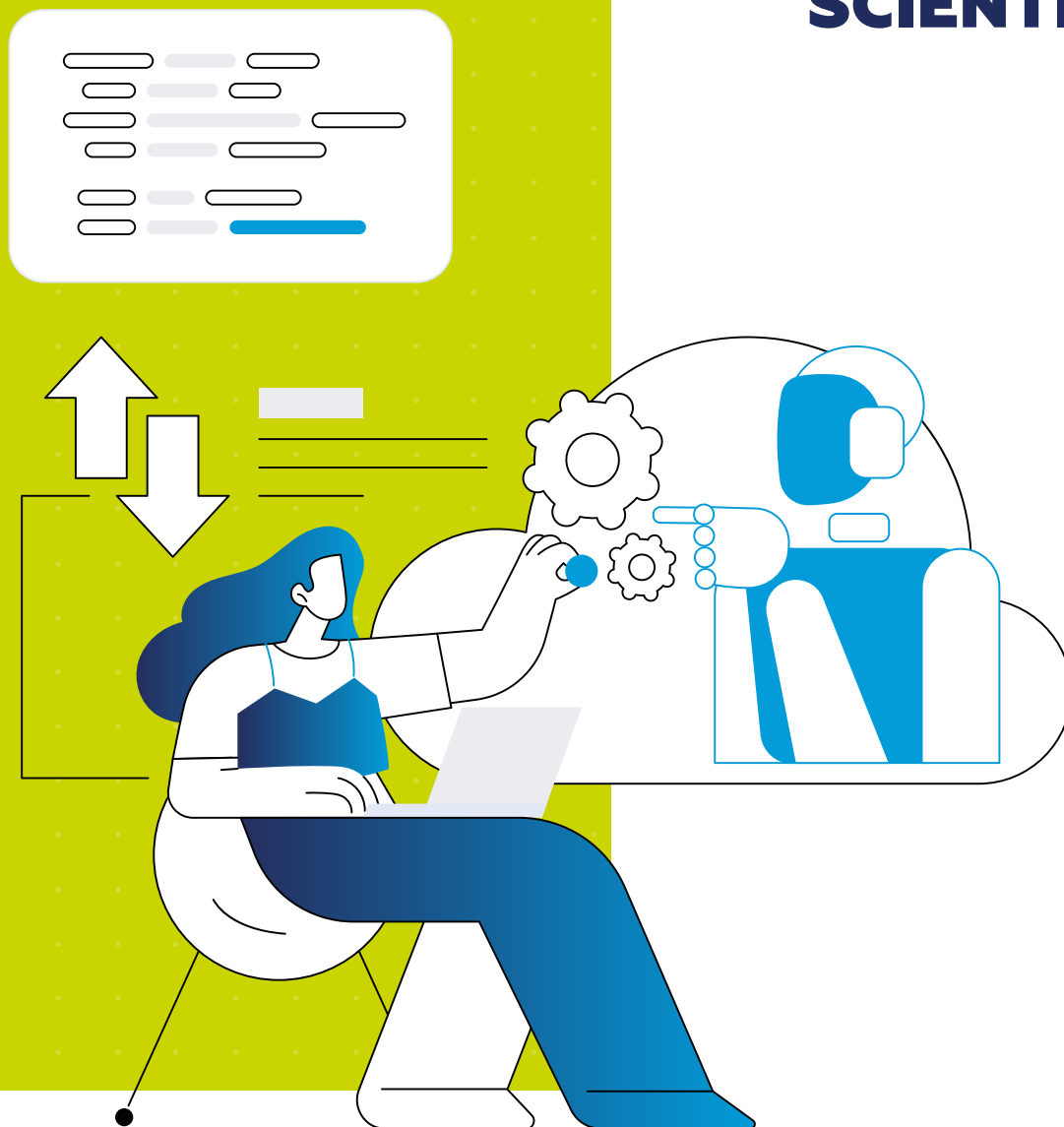
La mission des instituts Carnot est de développer la recherche partenariale et d'aller à la rencontre des entreprises. Le Carnot Télécom et Société numérique s'appuie sur son expertise scientifique et ses savoir-faire pour développer des solutions numériques de rupture, dans une démarche collaborative de transfert vers l'industrie. Ses innovations contribuent au développement et à la compétitivité de ses partenaires industriels tout en préparant les réponses aux grands défis scientifiques, économiques et sociétaux de demain : industrie du futur, réseaux et objets communicants, cybersécurité, big data et intelligence artificielle, smart city, santé numérique.

RECHERCHE ET INNOVATION

UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE PRO-ACTIVE

Le maintien de l'excellence scientifique de l'établissement, reconnue par la labellisation Carnot, passe par des recherches sur des sujets amont, avec une possible rupture scientifique ou technologique à la clé, à un horizon potentiellement éloigné, mais toujours avec un potentiel applicatif économiquement viable.

Cela va de pair avec une anticipation des demandes des industriels et des marchés ou de l'évolution des normes. Brevets, créations de startups, partenariats de recherche, cette recette porte ses fruits au Carnot TSN.



En savoir plus sur FLORIA



FLORIA : détecter les inondations en milieu urbain grâce à l'imagerie satellite et l'IA

Le laboratoire ICube a lancé le projet FLORIA, avec le soutien de Carnot TSN, afin d'automatiser la détection des inondations urbaines en analysant des images satellites, grâce à des techniques de deep learning. L'objectif est de fournir, via la plateforme SERTIT d'ICube, des cartes dynamiques capables de générer des alertes, afin d'améliorer la réactivité des secours en cas d'inondation urbaine.

Le projet utilise des images satellites radar issues de la mission Sentinel-1 du programme Copernicus de l'Agence spatiale européenne, disponibles gratuitement, de jour comme

de nuit, même en présence de nuages. Dans les zones urbaines, l'analyse de ces données est complexe, en raison des rebonds multiples des ondes radar sur les bâtiments et les routes. Plusieurs images doivent être comparées pour identifier des changements du signal radar, qui constituent la signature d'une présence d'eau au sol : augmentation de l'amplitude et baisse conjointe de la cohérence des images.

Une fois extraites automatiquement de trois images satellites, deux avant l'événement et une après, les données sont analysées, grâce à l'intelligence artificielle afin de prédire la probabilité d'une inondation. Le modèle a nécessité un entraînement continu sur une base de données construite à partir de cartes des inondations passées établies manuellement. Les améliorations futures incluent notamment un entraînement régulier du modèle, ainsi que le recours à une plateforme de calcul haute performance pour réduire encore le temps de traitement.



Yōkobo : un robot créateur de lien au sein du foyer ?

Thèse soutenue le 24 janvier à Strate

Au moment de la retraite, les conjoints passent plus de temps ensemble, ce qui peut révéler des désaccords préalablement masqués par les obligations professionnelles. La robotique peut-elle contribuer à y remédier ? Cette question fait l'objet d'une thèse de doctorat, soutenue par le Carnot TSN et réunissant l'entreprise Orange, Strate École de Design, le Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N) et l'Université d'agriculture et de technologie de Tokyo (Japon). Ces travaux ont conduit à la conception de Yōkobo, un robot comportemental visant l'amélioration de la qualité de vie de ces couples de retraités. Les chercheurs ont exploré les attentes des utilisateurs potentiels, qui désiraient un objet domestique capable d'effectuer des tâches tout en servant d'assistant vocal. Des spécificités culturelles ont été révélées : par exemple, au Japon, il a été exprimé le besoin de combattre le sentiment de solitude ressenti malgré la présence du conjoint.

Sorte de « vide-poches intelligent », Yōkobo simule discrètement la présence d'une tierce personne, il répond aux stimuli environnementaux, par exemple en évoquant la météo lorsque quelqu'un s'approche ou en imitant ses gestes. Il peut mémoriser les interactions précédentes avec des utilisateurs qu'il reconnaît grâce à leurs clés. Même si la qualité du design de Yōkobo et de ses interactions ont été largement reconnues, les chercheurs soulignent que la robotique n'est pas la solution universelle pour l'amélioration du bien-être et de la communication au sein des foyers. La technologie devra être mise en œuvre de manière réfléchie et ciblée et faire la preuve de sa valeur ajoutée réelle.

En savoir plus sur Yōkobo



En savoir plus sur la cryptomonnaie



Cryptomonnaie : Débloquons les chaînes

Les cryptomonnaies tel le Bitcoin reposent sur la technologie de la blockchain, dans laquelle les informations sont décentralisées sur le réseau, en mode « pair à pair ». « *La confiance envers les institutions financières défaillantes est remplacée par la confiance en la technologie* », explique Petr Kuznetsov, chercheur à Télécom Paris. Néanmoins, l'un des inconvénients de ces systèmes est de mettre en œuvre des algorithmes énergivores pour assurer l'intégrité et la sécurité des transactions. La fiabilité des cryptomonnaies dépend en effet de leur robustesse face aux erreurs et aux attaques. L'un des défis est notamment lié à la validation temporelle des transactions, l'enjeu étant que tous les internautes aient accès simultanément à la même version de la blockchain, afin d'éviter les fraudes. Cette synchronicité est assurée par les protocoles de consensus entre participants, généralement lourds et complexes.

Le consortium TrustShare : blockchain-oriented innovation chair, mené par Télécom Paris, et financé par Mazars Conseil et la Caisse des Dépôts et Consignations, vise à alléger ces opérations, tout en conservant un niveau de sécurité élevé. Il s'agit de tenir compte du niveau de confiance plus élevé entre les participants d'un même d'espace localisé, par rapport à toute la blockchain : des validations plus légères mais tout aussi sûres sont envisageables pour des transactions effectuées à l'intérieur de cet espace. Une autre piste consiste à ne vérifier qu'un ordre partiel dans la blockchain au lieu de l'ordre absolu, dont toutes les transactions n'ont pas nécessairement besoin. Les systèmes financiers décentralisés pourraient bénéficier à l'avenir de ces travaux prometteurs.



DES PROJETS D'INNOVATION ET DE TRANSFORMATION

Depuis 2006, le Carnot Télécom & Société numérique s'engage en faveur de l'innovation des entreprises et du soutien de l'économie. À l'écoute des exigences du monde industriel, nos équipes de recherche font preuve d'agilité et de créativité pour répondre aux enjeux scientifiques et technologiques de notre société, et contribuer à l'émergence des solutions opérationnelles de demain.

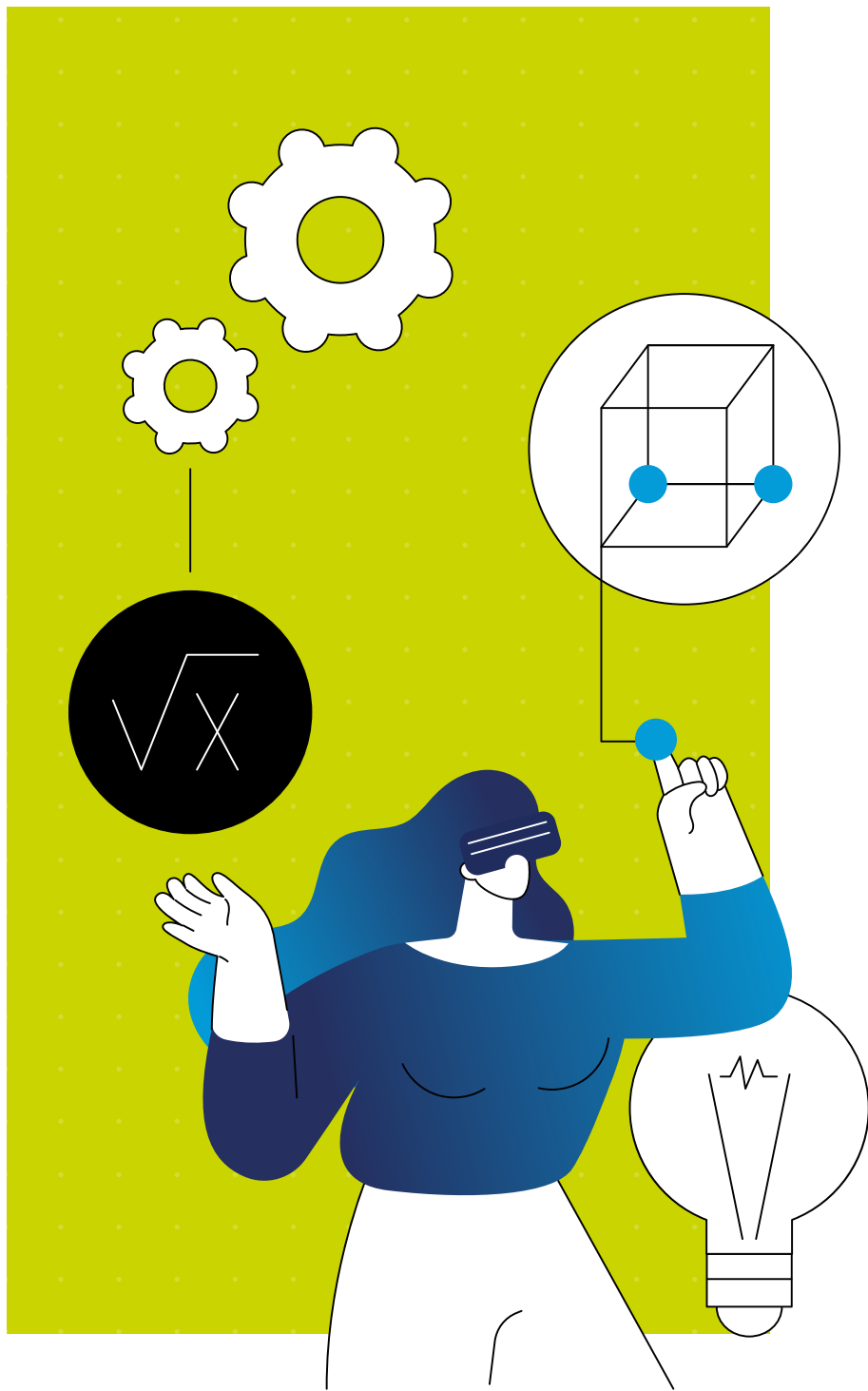
Focus sur plusieurs projets d'innovation et de transformation qui ont marqués 2021.

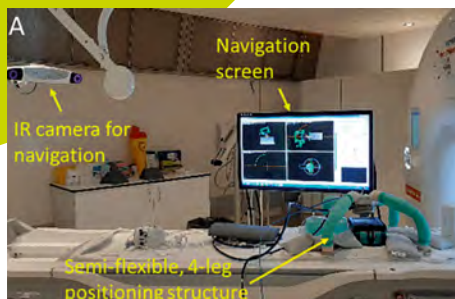
Amorcé en 2022, le partenariat du Carnot TSN via les écoles de l'IMT avec Esaris Industries a connu des développements intenses en 2023. Cette ETI industrielle fournit des composants et sous-ensembles électromécaniques à des secteurs d'activités exigeants et hyper-compétitifs : aéronautique, aérospatiale, ferroviaire, appareillage électrique, médical (...). Initié afin de l'accompagner dans son développement et dans la diversification stratégique de ses activités, ce partenariat consiste en un triptyque R&D / Innovation / Formation. Il vise les grandes transformations liées à l'industrie du futur : industrielle, énergétique, numérique, environnementale, humaine et managériale.

En parallèle des projets de recherche et d'ingénierie qui y sont actuellement menés, ce partenariat ambitieux met donc fortement l'accent sur la formation et l'insertion des jeunes ingénieurs dans le monde industriel, et notamment aéronautique, qui peine actuellement à attirer et à recruter des profils adaptés. Un tel partenariat entre monde académique et industrie constitue un levier de choix permettant d'adresser cette problématique et de contribuer à y remédier à

terme. En juin 2023, les 2 partenaires ont ainsi participé ensemble au Salon International du Bourget sur un stand commun, autour d'une identité visuelle commune, à destination aussi bien des nombreux étudiants en visite au Bourget que des industriels et des groupements d'industriels. L'objectif était de rendre visible et de disséminer cette dynamique vertueuse entre industrie et monde académique. À la clé de cette initiative commune remarquée au Bourget, plus d'une centaine d'étudiants et d'élèves ont été sensibilisés afin de les ré-engager vers les métiers de l'industrie, de nombreux industriels ont marqué leur intérêt pour des initiatives de ce type, et des actions de plus grande ampleur pourraient être engagées à terme au niveau de la filière.

Ce partenariat illustre l'une des principales forces du Carnot TSN : avoir la capacité de proposer à ses partenaires industriels des collaborations articulant des activités de recherche et des activités de formation, en alignement avec leur stratégie d'innovation, mais également avec leur stratégie RH et leurs besoins en la matière.





UFOGUIDE : Brûler les tumeurs osseuses grâce aux ultrasons focalisés

En augmentant la fréquence et la durée des rémissions des patients atteints de cancer, les progrès de la médecine conduisent à davantage de tumeurs osseuses dues aux métastases. Face à cette situation, les traitements par focalisation d'ultrasons pourraient venir en renfort des radiothérapies, limitées par l'utilisation de rayonnements ionisants. L'enjeu consiste à rendre la mise en œuvre de ces interventions plus facile, moins coûteuse et donc plus accessible. C'est l'objet d'une collaboration entre le laboratoire ICube, représenté par Jonathan Vappou, et de l'entreprise Image Guided Therapy, dirigée par Erik Dumont, avec l'aide de la société Axilum Robotics et le soutien du Carnot TSN.

L'une des difficultés est liée à l'emploi de l'IRM, indispensable pour contrôler l'application correcte du faisceau et la température, mais qui exclut toute présence d'éléments métalliques. L'approche innovante de l'équipe a consisté à imaginer un système composé de jambes flexibles pour assurer le positionnement précis du transducteur émettant les ondes ultrasonores vers la zone à traiter. Baptisé UFOGUIDE, ce dispositif a été essayé avec succès sur un patient atteint d'une métastase osseuse. L'intervention a permis d'éliminer la tumeur à plus de 80 % et réduisant considérablement la douleur du patient. La collaboration entre le chercheur Jonathan Vappou et l'entreprise Image Guided Therapy se poursuit, avec l'objectif d'améliorer le dispositif UFOGUIDE et d'explorer de nouvelles approches thérapeutiques, telles que l'utilisation d'ultrasons focalisés pour la délivrance ciblée de médicaments. Cette recherche prometteuse pourrait ouvrir de nouvelles perspectives dans le traitement des tumeurs osseuses et d'autres affections.

En savoir plus sur UFOGUIDE



Poladerme : le dispositif qui met la peau en lumière

Des chercheurs du laboratoire ICube (Université de Strasbourg, CNRS, INSA Strasbourg, ENGEES), ont conçu, avec le soutien de la SATT Conectus Alsace, Dermapol, un dispositif de diagnostic dermatologique innovant fondé sur la spectropolarimétrie et le machine learning. Actuellement, le diagnostic cutané repose principalement sur des examens visuels effectués avec des dermatoscopes, mais ces méthodes s'arrêtent à la surface de la peau. Dermapol dépasse cette limite en sondant les différentes couches de la peau, grâce à des lumières de différentes longueurs d'onde, puis en scrutant l'interaction entre la lumière et les tissus grâce à des techniques de traitement et d'analyse d'images.

Créée en partenariat avec Medical Devices Venture, filiale de la société ARCHOS, la start-up Poladerme a l'ambition d'exploiter le potentiel de cette technologie en dermatologie et en cosmétologie. Sa feuille de route comprend la création d'une base de données associant des images spectropolarimétriques à des biopsies. Ces données seront utilisées pour entraîner les algorithmes d'intelligence artificielle destinés à fournir au corps médical un outil innovant d'aide au diagnostic des affections cutanées.



DES PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES

AU SERVICE DE L'INNOVATION DES ENTREPRISES

Le Carnot TSN réunit près de 80 plateformes technologiques de R&D réparties sur tout le territoire. Situées au coeur de nos composantes, elles sont au plus proche des chercheurs et des dynamiques scientifiques régionales d'excellence (nanotechnologies, santé, imagerie pour l'environnement, ...).

Les plateformes, point d'entrée pour les entreprises

Le Carnot TSN propose une large offre de plateformes, expérimentales ou numériques, associant une expertise de haut niveau et des équipements à l'état de l'art dans des domaines applicatifs ciblés. Elles sont ouvertes aux partenaires publics et privés pour développer leurs activités en recherche, développement, transfert de résultats (preuves de concept, prototypage, essais, etc.), ou encore en formation.

Des plateformes d'excellence

13 plateformes sont plus particulièrement distinguées au travers d'un label d'excellence « Plateforme Carnot TSN » garant d'une offre formalisée de services et de leur ouverture aux entreprises.

5 d'entre-elles (*) bénéficient en sus du label « Plateforme IMT 2023 » et du soutien du programme stratégique éponyme de l'Institut Mines-Télécom visant à renforcer leur offre de service sur toute la gamme de l'échelle de maturité technologique (TRL).

13 plateformes labellisées

RÉSEAUX ET OBJETS COMMUNICANTS

OpenAirInterface, EURECOM
Open source hardware/software pour les communications sans-fil

EUROP, Télécom Saint-Étienne
Réseau fixe et transfert industriel de technologies de communication très haut débit

RAMSES*, Télécom Paris
Code d'analyse et de production de systèmes temps réel embarqués

TTool*, Télécom Paris
Simulation et expérimentation de configuration de réseaux

Free5G*, Télécom Paris
Conception, développement et évaluation de nouvelles fonctionnalités réseaux dans un environnement de radio logicielle

DONNÉES ET SERVICES

TeraLab, IMT
Big data et cloud computing

OMNI, IMT Atlantique
Transfert des sciences humaines et sociales vers la société numérique

SANTÉ ET AUTONOMIE

SHELL
Réseau de living labs santé, autonomie et qualité de vie

SÉCURITÉ

Cybersécurité*, Télécom SudParis
Conception, évaluation et démonstration des mécanismes de sécurité et de défense

MATÉRIAUX INTELLIGENTS

Arago*, IMT Atlantique
Technologies optiques et matériaux intelligents pour l'industrie du futur

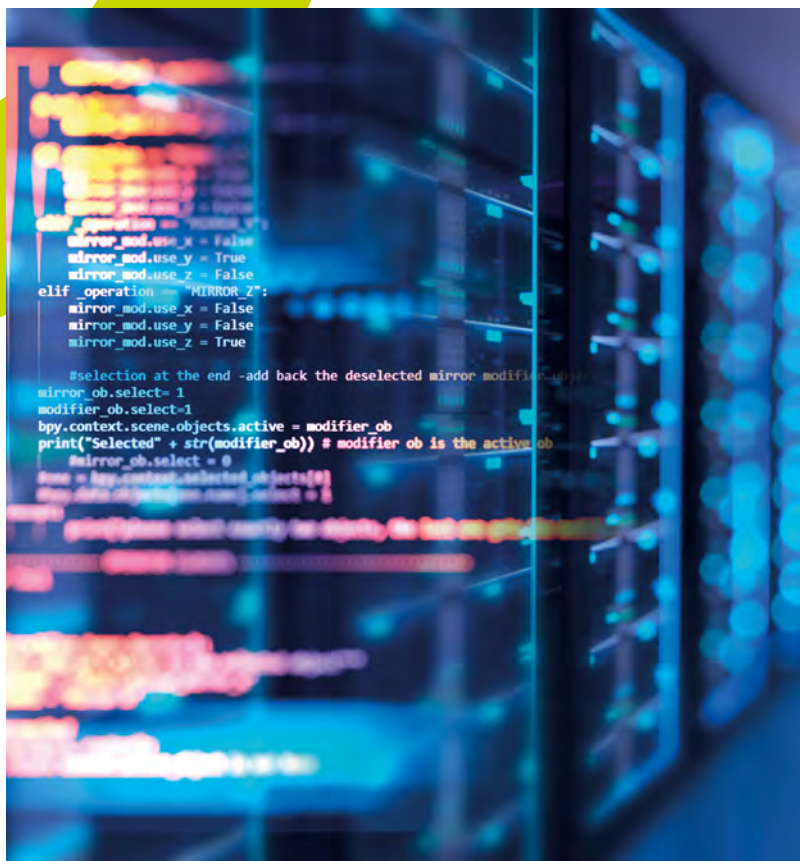
MIMENTO, FEMTO Engineering
Micro et nanotechnologies pour microsystèmes mécaniques, acoustiques et optiques

ENVIRONNEMENT

ICube-SERTIT, Télécom Physique Strasbourg
Service Régional de Traitement d'Image et de Télédétection

TASM, IMT Atlantique
Communication numérique par lien acoustique sous-marin





GAIA

L'intelligence artificielle place la donnée au cœur du processus d'innovation. Dans ce contexte, la plateforme GAIA (Informatique Graphique, Analyse de données et Intelligence Artificielle) du laboratoire ICube, aide les entreprises à explorer et valoriser leurs données dans tous leurs projets liés à l'IA. Financée par le Carnot Télécom & Société numérique, elle rassemble des expertises dans les domaines de l'informatique, du calcul scientifique et de l'intelligence artificielle, afin de proposer une offre de service complète sur les différents aspects de la science des données (numérisation, gestion des données, traitement et analyse, modélisation et simulation, visualisation et interactions). En lien avec des partenaires académiques ou issus du monde socio-économique, la plateforme apporte son expertise et soutien à des projets de recherche et/ou de valorisation.

En savoir plus sur la plateforme Inetlab



Plateforme Inetlab : laboratoire grandeur nature pour objets connectés

L'évaluation des performances et de la consommation énergétique des applications et protocoles de l'Internet des objets (IoT) est une démarche complexe qui peut être facilitée par une infrastructure expérimentale. L'initiative SILECS répond à ces enjeux via la création de la plateforme IoT-LAB, dotée de plus de 1 000 objets connectés déployés sur divers sites en France. Opérée par l'équipe Inetlab du laboratoire ICube à Strasbourg, cette infrastructure ouverte à tous permet notamment d'évaluer des protocoles de communication en analysant des paramètres tels que la puissance radio et la vitesse de transmission. De plus, elle mesure la consommation énergétique des équipements, un facteur crucial dans la mesure où ces derniers sont alimentés fréquemment par des accumulateurs. Facilitateur pour la recherche académique et l'expérimentation à grande échelle dans le domaine de l'Internet des Objets, IoT-LAB favorise également les collaborations pluridisciplinaires, comme le projet Harvest de la NASA, qui a fait appel à l'équipe Inetlab pour déployer un réseau de stations météo longue portée en Ouganda.

L'ambition de la plate-forme est d'intégrer non seulement les réseaux et les équipements connectés, mais aussi les data centers, afin d'évaluer les performances et les consommations énergétiques de chacun des maillons de la chaîne. Sont également étudiés l'effet d'un traitement centralisé ou non des données, ou l'impact de l'afflux des données IoT sur les réseaux internet. Le soutien du Carnot TSN a renforcé la visibilité de cette initiative et stimulé la collaboration entre les sphères académique et industrielle.



LE RÉSEAU CARNOT

LA PLUS PUISSANTE OFFRE DE RECHERCHE POUR L'INNOVATION DES ENTREPRISES

Les Carnot sont des structures de recherche publique, labélisées par le ministère de la recherche, engagées à développer et mener leur activité de recherche partenariale au service de l'innovation des entreprises – de la PME au grand Groupe – et des acteurs socio-économiques. Les Instituts Carnot forment un réseau unique de 39 structures de recherche publique française reconnues pour leur capacité à répondre aux besoins de R&D de toutes les entreprises. Ils constituent la première force de recherche publique capable de se mobiliser sur tous les fronts de la R&D pour accompagner la relance et la souveraineté économique de la France par l'innovation.



Le label Carnot

Créé en 2006, le label Carnot a pour vocation de développer la recherche partenariale, c'est-à-dire la conduite de travaux de recherche menés par des laboratoires publics en partenariat avec des acteurs socio-économiques, principalement des entreprises (de la PME aux grands Groupes), en réponse à leurs besoins.

Une réponse forte aux enjeux industriels

Avec 20 % des effectifs de la recherche publique française, les Instituts Carnot réalisent plus de 55 % de la R&D externalisée par les entreprises aux laboratoires de recherche publique. Chaque année, plus de 10 000 contrats directs de R&D sont signés entre les Carnot et les entreprises de tous les secteurs industriels.

[Découvrir le réseau des Carnot](#)



Depuis 16 ans, les Instituts Carnot sont devenus les acteurs incontournables du rapprochement public-privé et du transfert scientifique et technologique pour l'innovation des entreprises. Leurs résultats remarquables et leur engagement sans faille pour soutenir nos industriels les placent en première ligne de la relance industrielle.

Jean-Denis Muller
Directeur Général de l'AiCarnot

Les chiffres clés 2022 du réseau



39 Carnot
implantés dans toutes
les régions françaises

20%

des effectifs de
la recherche publique

55%

de la R&D financée par les entreprises
à la recherche publique est confiée
au réseau Carnot, soit **plus de 11 000**
contrats de recherche par an dont
40 % avec des PME-ETI



600 M€ de recherche contractuelle
avec les entreprises

Autres recettes avec les entreprises

48 M€ de PI
143 M€ de projets collaboratifs européens
216 M€ de projets collaboratifs nationaux
148 M€ de prestations et expertises

100

sociétés essayées
dans l'année

35 000

professionnels de
la recherche en ETP
dont 10 000 doctorants
(1 600 en contrat CIFRE)



28 500

publications de rang A par an

1 150

brevets prioritaires déposés dans l'année,
positionnant le réseau des Carnot
au **1^{er} rang des déposants français**

Une **politique active de création de laboratoires**
communs avec les entreprises (plus de 45 en 2021)

Chiffres 2022

L'ÉQUIPE CARNOT TSN

INSTITUT MINES-TÉLÉCOM



François Pineau
Directeur de l'institut Carnot TSN
francois.pineau@imt.fr
01 75 31 41 62



Laurent Ebner
Chargé de partenariats industriels et marketing stratégique
laurent.ebner@imt.fr
01 75 31 41 47

India Senouci
Responsable communication
india.senouci@imt.fr
01 75 31 40 10

Stéphanie Aubin
Responsable gestion
stephanie.aubin@imt.fr
01 75 31 40 08

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Route de Saclay
91120 Palaiseau

Séverine Pillet
Cheffe de service -
Valorisation de la recherche
severine.pillet@polytechnique.edu
01 69 33 40 11

ENSTA PARIS

828 bd des Maréchaux
91120 Palaiseau

Laurent El Kaïm
Directeur adjoint de la formation et de la recherche
laurent.kaim@ensta-paris.fr
01 81 87 20 20

EURECOM

Campus SophiaTech
450 route des Chappes
06410 Biot

Pascal Gros
Secrétaire général
pascal.gros@eurecom.fr
04 93 00 81 22

FEMTO ENGINEERING

15B avenue des Montboucons
25030 Besançon

Tatiana Locatelli
Directrice
tatiana.locatelli@femto-st.fr
03 63 08 24 14

Christophe Fluhr
Chargé de mission valorisation
christophe.fluhr@femto-st.fr
03 81 40 29 48

IMT ATLANTIQUE

Technopôle Brest-Iroise
CS 83818 – 29238 Brest cedex 03

Guillaume Moreau
Directeur-adjoint recherche et innovation
guillaume.moreau@imt-atlantique.fr
02 29 00 10 88

INSTITUT MINES-TÉLÉCOM BUSINESS SCHOOL

9 rue Charles Fourier
91000 Évry-Courcouronnes

Grazia Cecere
Professeur
grazia.cecere@imt-bs.eu
0160764784

TÉLÉCOM PARIS

19 place Marguerite Perey
91120 Palaiseau

Talel Abdessalem
Directeur de la recherche
talel.abdessalem@telecom-paris.fr
01 75 31 98 47

Sylvain Lamblot
Directeur du développement et des partenariats
sylvain.lamblot@telecom-paris.fr
01 75 31 93 97

TÉLÉCOM PHYSIQUE STRASBOURG

Laboratoire ICube
300 bd Sébastien Brant
67400 Illkirch-Graffenstaden

Pierre Renaud
Chargé de mission valorisation et plateformes
pierre.renaud@unistra.fr

TÉLÉCOM SAINT-ÉTIENNE

25 rue du Docteur Rémy Annino
42000 Saint-Étienne, France

Christophe Gravier
Directeur du développement et de l'innovation
christophe.gravier@telecom-st-etienne.fr
04 77 91 58 50

TÉLÉCOM SUDPARIS

9 rue Charles Fourier
91000 Évry-Courcouronnes

Olivier Martinot
Directeur innovation et relations entreprises
olivier.martinot@telecom-sudparis.eu
01 60 76 41 88

STRATE, ÉCOLE DE DESIGN

27 avenue de la Division Leclerc
92310 Sèvres

Ioana Ocnarescu
Directrice de la recherche
i.ocnareescu@strate.design
01 75 60 37 80

Découvrir l'équipe et le réseau





19 place Marguerite Perey
CS 20031
91123 Palaiseau

www.carnot-tsn.fr

