**Campagne de bourses « AGP-TEC » 2025**

**thèse, post-doc et ingénieur·e de recherche**

**« Télécommunications et Réseaux »**

**Dossier de pré-candidature**

Dans le cadre du volet Télécommunications et Réseaux de l'Accord Général de Partenariat[[1]](#footnote-1), un appel à candidatures commun avec la DGA et l'AID est lancé, afin de financer des projets de thèse, des projets de post-doc de 18 ou 24 mois ou des projets d’ingénieur·e de recherche de 18 ou 24 mois.

Les personnes éligibles à ces financements en tant que directrice ou directeur de thèse, encadrant·e de projet post-doc ou projet d’ingénieur·e de recherche, sont les personnels habilités à diriger des recherches des établissements scientifiques signataires de l’Accord Général de Partenariat (AGP) (soit les tutelles des UMR IETR, IRISA, IRMAR, Lab-STICC, IODE) plus les écoles militaires Saint-Cyr Coëtquidan et Ecole Navale, ainsi que l'ENSAI et l’UMR 6082 FOTON.

Les entités qui répondent à l’appel ont le choix du cadre proposé : thèse, post-doc, ingénieur·e de recherche.

**Sujets de l’appel « AGP-TEC » 2025**

La DGA Maîtrise de l’information propose à un établissement académique, dans le cadre de cet appel, d’étudier des approches scientifiques, des techniques, des méthodes innovantes concernant cinq sujets identifiés (Cf. Annexe 1. Descriptif des 5 sujets) :

* Propagation radioélectrique
* Techniques de mesures radiofréquences
* Systèmes rayonnants / traitements antennes
* Protection des formes d’onde / Guerre Electronique (GE) des Télécoms
* Réseaux

**Dates à retenir**

|  |  |
| --- | --- |
| **22 novembre 2024** | Date limite de soumission des projets scientifiques |
| **21 février 2025** | Publication de la liste des projets présélectionnés (listes principale et complémentaire) |
| **11 avril 2025** | Point d'étape sur la recherche d’étudiants/étudiantes |
| **30 mai 2025** | Date limite de soumission des CV des étudiants/étudiantesClôture de l’appel |
| **6 juin 2025** | Publication des projets financés |

**Pièces à joindre au dossier de pré-candidature**

1. **Le CV** **court** (sur 2 pages au plus) de la directrice ou du directeur de thèse ou de l’encadrant·e scientifique comportant les informations suivantes :
* Prénom, nom, nature du poste occupé, nom de l'employeur, cursus ;
* La liste de publications importantes en lien avec le sujet déposé ;
* La liste d'étudiants, chercheurs, ou ingénieurs encadrés en indiquant l'année de début de la thèse, du projet, si financé par l'AGP/TEC et si la thèse ou le projet est toujours en cours.
1. Le **CV court** des co-encadrants le cas échéant.
2. Le **formulaire de pré-candidature** à l’AAP « AGP-TEC » décrivant le sujet de thèse ou le projet de recherche de 18 ou 24 mois, ***entre 6 et 10 pages***, hors liste de publications.

Les dossiers de pré-candidatures seront transmis en un seul fichier sous format électronique (acronymeduprojet.pdf) à karine.chatel[at]creachlabs[point]fr pour le **22 novembre 2024** au plus tard.

**Le projet de recherche**

**Acronyme (8 caractères max.) :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Nature du projet :**

* **Thèse :** [ ]
* **Post-doc :** [ ]
* **Ingénieur·e de recherche :** [ ]

**Durée si projet post-doc ou ingénieur·e de recherche :**

* **18 mois :** [ ]
* **24 mois :** [ ]

**Titre du projet :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Unité de recherche :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Equipe :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Directeur/directrice du projet :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Adresse mail :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Date d’obtention de l’HDR (si projet de thèse) :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Etablissement employeur :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Co-encadrants :** Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Mots clefs positionnant le sujet de thèse ou le sujet de recherche dans le référentiel (cf. annexe 2)**

 Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Description synthétique du sujet de thèse en 2 pages maximum (hors liste de publications)**

**Une description des objectifs du projet en expliquant son originalité, une description des principaux verrous avec les techniques envisagées pour les lever, une description de l’approche méthodologique et des critères permettant d'objectiver la qualité des résultats obtenus au cours de la thèse (par exemple publication dans des conférences de rang A indiquer lesquelles, amélioration technique d'un procédé vérifiable par des expériences etc.).**

**Résumé du projet**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Description des objectifs et originalité du projet**

**Une description des objectifs de la thèse ou du projet de recherche en expliquant son originalité.**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Description des principaux verrous et techniques envisagées**

**Une description détaillée des principaux verrous avec les techniques envisagées pour les lever.**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Approche méthodologique et critères de qualité des résultats obtenus**

**Des critères permettant d'objectiver la qualité des résultats obtenus au cours de la thèse ou du projet de recherche (par exemple publication dans des conférences de rang A indiquer lesquelles, amélioration technique d'un procédé vérifiable par des expériences etc.)**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Etat de l'art s’appuyant sur un choix de publications importantes liées au sujet**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Financements antérieurs « AGP-TEC »**

**Si le porteur ou l'équipe a obtenu des financements « AGP-TEC » lors de campagnes précédentes, les lister et positionner soigneusement le nouveau sujet par rapport aux projets passés.**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Projet et synergies**

**En plus des critères d'excellence propre à toute évaluation scientifique (originalité, ambition, positionnement par rapport à l'état de l'art etc.), le jury appréciera tout particulièrement les propositions ayant au moins l'une des caractéristiques suivantes :**

**Synergie du projet avec le métier "Télécommunications et Réseaux" de DGA Maitrise de l'information**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Synergie entre différentes équipes, explorant l'intérêt de nouvelles techniques dans le domaine des "Télécommunications et Réseaux" (par exemple Intelligence Artificielle, cybersécurité, guerre électronique, logiciels, systèmes d'information etc.).**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Liste des publications**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Annexe 1

**Sujets de l’appel « AGP-TEC » 2025**

## Propagation radioélectrique

* Modélisation de la propagation radioélectrique par approche I.A. (Deep Learning…). Objectif : aboutir à des algorithmes d’I.A. capables de faire de la prédiction de propagation par apprentissage sur des données de mesures de propagation et/ou des données issues de calculs de propagation déterministes comme celles effectuées avec l’outil DGA MI/TEC CARDIF (Calcul d’Affaiblissement Radioélectrique avec DIFfraction dans l’environnement terrestre, « Modèle de référence de propagation »).
* Caractériser, modéliser des canaux de propagation pour lesquels il n’existe pas de modèle du fait de la bande (15-22-27 GHz), environnement (air-air, sol-air).
* Modéliser la dimension spatiale pour le MIMO, les aspects directivité des antennes.

## Techniques de mesures radiofréquences

## Thématique ouverte

## Systèmes rayonnants / traitement antennes

## Thématique ouverte

## Protection des formes d’onde / GE des Télécoms

* Protection des formes d'onde (PHYsec) contre le brouillage, la détection, l'interception et/ou la localisation. Les solutions peuvent comprendre les éléments suivants facultatifs et non exhaustifs : Communications discrètes voire furtives, taggage radio-électrique, génération de bruit artificiel (OPALS, chiffrement spatial), modulations spatiales, traitements antennaires (beamforming, beamsteering, beamnulling, chiffrement spatial, goniométrie de signaux légitimes ou non en parallèle de la communication), saut de fréquences (FHSS), étalement de spectre (DSSS), Faster Than Nyquist (FTN)...
* Attaque des formes d’onde : brouillage (in-band) full-duplex, détecteur/intercepteur de signaux énergétiquement discret… L’objectif est de mettre en évidence des attaques, menaces vis-à-vis des moyens de télécoms émergents, pour mieux protéger les systèmes télécoms.

## Réseaux

Le sujet « Réseaux » concernera un ou plusieurs des thèmes suivants (liste non exhaustive) :

Routage pour les réseaux ad hoc (MANET : Mobile Ad hoc NETwork, FANET : Flying Ad hoc Network) avec un objectif de discrétion avec ou sans techniques d'I.A. associées, gestion de la Qualité de Service (QoS) pour des flux hétérogènes et sporadiques pour différents types de réseaux (Ingénierie de trafic : Routage adaptatif en fonction des capacités des réseaux et du besoin des applications, granularité des politiques de qualité de service, prise en compte de la Qualité d'Expérience - QoE), architectures et traitements distribués liés au VNF (Virtualized Network Function) avec optimisation du placement et reconfiguration automatique, reconfiguration dynamique de matériels réseaux (avec modélisation YANG des services, gestion dynamique du déploiement des configurations et reconfigurations automatiques sur évènement), génération de « données et trafics réseaux » associant des techniques de télémétrie avec des techniques d'I.A. associées, des techniques innovantes de gestion/supervision de réseaux avec ou sans techniques d'I.A. associées (filtre les alarmes réseaux, et propose des causes possibles et des solutions probables), prise en compte d'éléments CYBER dans l'optimisation des performances réseaux (intégrations de chiffreurs dans les nouvelles architectures virtualisées liées aux technologies SDN/SDWAN/NFV).

Annexe 2

**REFERENTIEL TEC**

**Périmètre constituant la THEMATIQUE « TELECOMMUNICATIONS ET RESEAUX »**

Le périmètre du domaine « Télécommunications et Réseaux » (TEC) est défini par la liste de mots clefs ci-dessous, classés selon trois axes scientifiques et techniques : I/« Propagation, fréquences, antennes », II/« Systèmes de transmission », et III/« Réseaux ».

## I/ Propagation, fréquences et antennes

### Propagation, fréquences

* Ingénierie du spectre
* Montées en fréquences
* Communications millimétriques
* Gestion et planification des fréquences (systèmes classiques et radio cognitive)
* Propagation des ondes (études des canaux de propagation, milieux complexes, etc…)
* Influence de la propagation des ondes sur les performances des systèmes de transmission et des formes d’onde
* Sondage, mesures, caractérisation spatiale et modélisation du canal de propagation (canaux de différents types : sol-sol, sol-air, air-air…)
* Modélisation de la propagation par approche Deep Learning, algorithmes d’I.A[[2]](#footnote-2). pour prédiction de propagation par apprentissage

### Antennes

* Matériaux pour les hyperfréquences (absorbants, métamatériaux et métasurfaces, miniaturisation, agilité, surfaces multifonctionnelles, etc…), matériaux MMD (Matériaux Magnéto-Diélectriques) …
* Fabrication additive d’antennes
* Technologies d’antennes, co-conception, co-construction
* Optimisation des antennes classiques à modules actifs
* Antennes multibandes, à formation de faisceaux, multimodales…
* Systèmes MIMO[[3]](#footnote-3), massive MIMO…
* Architectures antennaires avancées (antennes réseaux à pointage électronique, antennes multifonctions, antennes intégrées, antennes basses fréquences à encombrement réduit…)
* Conception d’antennes pour limiter l’auto-interférence en « in-band full-duplex »
* Conception d’antennes goniométriques (estimation d’angles d’arrivées)
* RIS (Surfaces reconfigurables intelligentes)
* RF[[4]](#footnote-4)/filtres antennaires, OEM[[5]](#footnote-5) & optique (filtre multibandes à commutation optique…)
* Optimisation des performances des antennes (gain, agilité, largeur de bande, dimensions…)
* Caractérisation des systèmes antennaires (gains antennaires, champ lointain, champ proche…)
* Techniques avancées pour la mesure d’antennes (incluant éventuellement des techniques l’I.A.), techniques de mesure d’antennes en environnement défavorable
* Systèmes embarqués, intégration des systèmes antennaires sur les porteurs (terrestres, aéronautiques, navals, spatiaux), y compris drones et robots

**Compatibilité RadioElectrique (CRE)**

* Etude des perturbations entre émetteurs et récepteurs radioélectriques sur un même porteur via les antennes sur un large spectre fréquentiel (bande utile et en dehors)
* Cohabitation de systèmes radioélectriques co-localisés sur un même porteur (véhicule, navire, aéronef, pylône...) et traitement des signaux électromagnétiques émis par l'antenne d'un système et reçus par l'antenne d'un autre système

**Compatibilité ElectroMagnétique Inter Systèmes (CEMIS)**

* Etude des perturbations radioélectriques entre systèmes différents
* Cohabitation de systèmes radioélectriques non co-localisés, et traitement des signaux électromagnétiques émis par l'antenne d'un système et reçus par l'antenne d'un autre système

**Modélisations et simulations**

* Modélisations et simulations électromagnétiques
* Modélisation multiphysiques (intégrant des modèles de matériaux, température…)

## II/ Systèmes de transmission

**Formes d’onde, traitement du signal, modems**

* Communications numériques
* Architectures numériques (Manycore (GPP[[6]](#footnote-6) + DSP[[7]](#footnote-7)), DSP, FPGA[[8]](#footnote-8), GPP, MCU[[9]](#footnote-9), GPU[[10]](#footnote-10), ASICs[[11]](#footnote-11)…)
* Caractéristiques RF (filtrage, CAN[[12]](#footnote-12), linéarité, gains…)
* Composants hyperfréquences pour chaîne radiofréquences (filtrage, annulation d’interférence, limiteurs de puissance, composants pilotables…)
* Traitement multi-antennes & précodage (MIMO, mMIMO…)
* Traitement antennaire hybride analogique / numérique, reconfiguration d’éléments antennaires
* Communications « in-band full-duplex » (mêmes slots temporels, mêmes fréquence), annulations analogique et numérique de l’auto-interférence
* Combinaison modulation spatiale et « In-band full-duplex »
* Amplificateurs de puissance (communications satellite / SATcoms)
* Amplificateurs de puissance non linéaire classe D (transistors de sortie actionnés comme des commutateurs)
* Optimisation du PAPR[[13]](#footnote-13) (Modulation, Prédistortion, Enveloppe Tracking, …)
* Drivers pour les communications, modems
* Modems reprogrammables multifonctions, multi formes d’onde, large bande, multiniveaux de sécurité
* Exploitation optimale des ressources (temporelles, spectrales, spatiales, puissance)
* Montée en fréquences, en capacité multispectrales, en débit
* Très hauts niveaux d’efficacités spectrales, efficacité spectrale et énergétique
* Traitement du signal (classique, parcimonieux), I.A. et traitement du signal
* Accès multi-utilisateurs (TDMA, CDMA, SDMA, FDMA[[14]](#footnote-14)…)
* Formes d’onde sécurisées
* Sécurisation de la couche physique (PHYSEC[[15]](#footnote-15), TRANSEC[[16]](#footnote-16))
* Algorithmes numériques de réduction des interférents
* Optimisation des mécanismes de synchronisation
* Optimisation de la résistance au brouillage des formes d’onde de communications
* Formes d’onde discrètes et furtives, non détectables
* Formes d’onde Radcoms (Radar & Communications)
* Nouvelles formes d’onde, I.A. et formes d’onde
* Codage des communications
* Codage pour travailler en aveugle
* Nouveaux codages canals pour les formes d’onde (codage canal en tant que FEC[[17]](#footnote-17)…)
* Nouveaux codages sources pour les formes d’onde
* Codage conjoint source / canal
* Menaces sur la couche physique des formes d’onde : détection / interception / localisation / Reconnaissance / Classification en Aveugle de signaux de Communication

**Systèmes de transmission**

* Radio logicielle (SDR – Software Defined Radio)
* Radio cognitive (reconfiguration dynamique en fréquences)
* Reconfiguration des communications, reconfiguration dynamique des matériels
* Systèmes de transmission radio (terrestre, aérien, maritime)
* Systèmes de transmission satellite (composante spatiale et composante sol)
* Systèmes conjoint de communication et goniométrie
* Systèmes de transmission optique (espace libre, satellite (FSO[[18]](#footnote-18)) ou fibre optique)
* Communications quantiques (QSN/QKD[[19]](#footnote-19), QIN[[20]](#footnote-20))
* Systèmes embarqués, intégration des systèmes de transmissions sur les porteurs (terrestres, aéronautiques, navals, spatiaux), y compris drones et robots

## III/ Réseaux

**Protocoles réseaux**

* Protocoles réseaux, protocoles de transport
* Protocoles du plan de contrôle (protocoles de routage, de signalisation…)
* Protocoles de sécurisation de réseaux
* Menaces sur les couches MAC (Media Access Control), « RESEAU » (IP[[21]](#footnote-21)), et « TRANSPORT » (TCP/UDP[[22]](#footnote-22))
* Protocoles de gestion/supervision/administration de réseaux
* Protocoles de métrologie et de télémétrie
* Virtualisation/softwarisation des réseaux (SDWAN[[23]](#footnote-23), SDN[[24]](#footnote-24), NFV[[25]](#footnote-25)…)
* Programmabilité des réseaux
* Reconfiguration dynamique des réseaux

**Architectures réseaux**

* Architecture de réseaux hétérogènes
	+ Réseaux radio (de type mobiles 5G, 6G…)
	+ Réseaux satellites (y compris 5G/NTN[[26]](#footnote-26))
	+ Réseaux optiques
	+ Réseaux d’infrastructure
	+ Réseaux sans infrastructures (de type MANET[[27]](#footnote-27))
	+ Réseaux IoT[[28]](#footnote-28)
* Routage
* Virtualisation/softwarisation des réseaux
* VPN[[29]](#footnote-29) (L3VPN, EVPN, IPsec…)
* Architecture sécurisée de réseaux (y compris virtualisé)
* Architecture et traitements distribués (de type MEC[[30]](#footnote-30), IAB[[31]](#footnote-31), reconfiguration automatique…)
* Modèles de topologie de réseaux
* Réseaux quantiques (QSN/QKD, QIN)

**Services réseaux transverses**

* Traitement des flux hétérogènes et sporadiques, ingénierie de trafic
* Performances sur réseau uniques et entre réseaux hétérogènes (débits, latences…)
* QoS/QoE[[32]](#footnote-32)
* Optimisation de l’allocation des ressources
* Reconfiguration des communications, reconfiguration dynamique des matériels
* Métrologie des réseaux
* Gestion/supervision/administration de réseaux
* Détection et gestion d’anomalies réseaux
* Résilience des communications et du matériel
* I.A. et réseaux (routage, supervision, « Données réseaux » …)
* Télémétrie et base de « donnée réseaux » (problématique « I.A. et réseaux »)
* Optimisation des mécanismes de synchronisation horaire, réseaux à contrainte temps réel (de type TSN[[33]](#footnote-33)…)
* Efficacité énergétique
* Simulations « réseaux »
1. Accord général de partenariat, signé en 2021 réunissant la DGA, l'AID, la Région Bretagne, l'ANSSI, CentraleSupélec, CNRS, ENIB, ENS Rennes, ENSTA Bretagne, IMT Atlantique, Inria, INSA, UBO, UBS, UR, UR2. [↑](#footnote-ref-1)
2. I.A. : Intelligence Artificielle [↑](#footnote-ref-2)
3. MIMO : Multiple Input Multiple Output [↑](#footnote-ref-3)
4. RF : Radio Fréquences [↑](#footnote-ref-4)
5. OEM : Ondes ElectroMagnétiques [↑](#footnote-ref-5)
6. GPP : General Purpose Processor [↑](#footnote-ref-6)
7. DSP : Digital Signal Processor [↑](#footnote-ref-7)
8. FPGA : Field Programmable Gate Array [↑](#footnote-ref-8)
9. MCU : MicroControler Unit [↑](#footnote-ref-9)
10. GPU : Graphics Processor Unit [↑](#footnote-ref-10)
11. ASIC : Application Specific Integrated Circuit [↑](#footnote-ref-11)
12. CAN : Convertisseur Analogique-Numérique [↑](#footnote-ref-12)
13. PAPR : Peak-to-Average Power Ratio [↑](#footnote-ref-13)
14. TDMA, CDMA, SDMA, FDMA : Time, Code, Space, Frequency – Division Multiple Access [↑](#footnote-ref-14)
15. PHYSEC : PHYsical SECurity [↑](#footnote-ref-15)
16. TRANSEC : TRANmission SECurity [↑](#footnote-ref-16)
17. FEC : Forward Error Correction [↑](#footnote-ref-17)
18. FSO : Free Space Optic (communications optiques LASER) [↑](#footnote-ref-18)
19. QSN/QKD : Quantum Secured Networks / Quantum Key Distribution (partage de bits) [↑](#footnote-ref-19)
20. QIN : Quantum Information Networks (partage d’états / téléportation) [↑](#footnote-ref-20)
21. IP : Internet Protocol [↑](#footnote-ref-21)
22. TCP/UDP : Transmission Control Protocol / User Datagram Protocol [↑](#footnote-ref-22)
23. SDWAN : Software Defined Wide Area Networs [↑](#footnote-ref-23)
24. SDN :Software Defined Networks [↑](#footnote-ref-24)
25. NFV : Network Functions Virtualization [↑](#footnote-ref-25)
26. NTN : Non Terrestrial Networks [↑](#footnote-ref-26)
27. MANET : Mobile Ad hoc NETworks [↑](#footnote-ref-27)
28. IoT : Internet of Things [↑](#footnote-ref-28)
29. VPN : Virtual Private Networks [↑](#footnote-ref-29)
30. MEC : Multi-access Edge Computing [↑](#footnote-ref-30)
31. IAB : Integrated Access & Backhaul [↑](#footnote-ref-31)
32. QoS/QoE : Quality of Service / Quality of Experience [↑](#footnote-ref-32)
33. TSN : Time Sensitive Networks [↑](#footnote-ref-33)