



Interface radio xG



Cette formation offre une maîtrise complète des technologies clés de la couche PHY des réseaux 5G et pré-6G, incluant les formes d'onde multi-porteuses (OFDM, et post-OFDM), le beamforming et MIMO massif, ainsi que l'allocation dynamique des ressources. Grâce à un équilibre entre théorie et travaux pratiques, les participants acquièrent les compétences nécessaires pour optimiser les performances radio."

Sommaire

- **Présentation**

- Publics, profils attendus
- Pré-requis et conditions d'accès
- Compétences développées
- Les plus de la formation
- Lien avec la recherche

- **Organisation**

- Durée de la formation
- Calendrier de la formation
- Méthodes pédagogiques
- Equipe pédagogique
- Modalités d'évaluation

- **Candidature**

- Formation Continue

 **Composante**

ISTIC - UFR informatique et électronique

263 avenue du Général Leclerc

35042 RENNES

<https://istic.univ-rennes.fr/>

Institut national des sciences appliquées de Rennes (INSA Rennes)

20 avenue des Buttes de Coësmes

35708 RENNES

Tel 02 23 23 82 00

<https://www.insa-rennes.fr>

LIBELLÉ RÉGLEMENTAIRE

Interface radio xG

MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Présentiel

RÉGIME D'INSCRIPTION

Formation continue

Avec l'émergence de la 5G et l'évolution vers la 6G, les réseaux mobiles deviennent plus complexes, dynamiques et exigeants en performances. Les technologies telles que l'OFDM, le MIMO massif, le beamforming et les nouvelles approches d'allocation de ressources associées sont désormais essentielles pour répondre aux besoins croissants en débit, latence réduite, efficacité énergétique et connectivité massive (IoT, M2M). Cette formation répond à ces enjeux en apportant aux participants des compétences nécessaires pour comprendre, implémenter et optimiser les mécanismes physiques et d'accès radio des réseaux mobiles de nouvelle génération, dans un contexte marqué par la virtualisation, la densification cellulaire et les contraintes d'efficacité spectrale et énergétique.

Prochaine session : du lundi 16 au vendredi 20 novembre 2026

Contacts et inscription



Publics, profils attendus

- Ingénieurs & chefs de projets ayant déjà ou accédant à des responsabilités de pilotage ou de management de projets complexes.
- Managers
- Techniciens qui souhaitent se spécialiser dans l'interface radio (couches PHY) de la 5G/6G : formes d'onde multi- porteuses, MIMO massif et allocation de ressources
- Toute personne qui doit travailler dans un nouvel environnement en mode projet et qui souhaite développer ou renforcer les compétences nécessaires à ses fonctions, à la fois en savoir-faire et en savoir-être.



Pré-requis et conditions d'accès

Notions de base sur le traitement du signal et les systèmes de communications.



Compétences développées

À l'issue de cette formation, les participant-es seront en capacité de :

- décrire les choix technologiques 5G ;
- évaluer les performances de la 5G pour des architectures différentes ;
- identifier les principaux facteurs améliorant les performances par rapport aux générations précédentes ;
- mettre en œuvre des techniques de formes d'onde, MIMO massif et d'allocation des ressources et analyser leur impact sur les performances des réseaux mobiles.



Les plus de la formation

- Maîtrise des technologies de pointe de l'interface radio 5G.
- Préparation à la 6G : anticipation des évolutions technologiques, MIMO distribué.
- Adaptabilité : capacité à travailler sur des projets innovants dans les télécoms, la défense, l'automobile connectée, etc.

Organisation

La formation est organisée sur le campus universitaire de Beaulieu, à Rennes.

Programme

Formes d'onde multi-porteuses (2 jours)

- Les fondements de l'OFDM et ses avantages dans les environnements multi-trajets.
- Les numéologies 5G, les bandes de fréquences, les schémas de modulation, et les modes de transmission TDD/FDD.
- Les différences entre OFDM en 4G et OFDM en 5G NR, ainsi que les formes d'onde post-OFDM envisagées pour les futures générations (e.g. FBMC, UPMC, WOLA-OFDM etc.).
- Techniques de scheduling, ex: Proportional Fairness (PF) de LTE

Une journée sera consacrée à un travail pratique d'implémentation des formes d'onde OFDM et post-OFDM, avec pour objectif d'évaluer leurs performances dans des conditions réalistes : canaux sélectifs en fréquence, décalage de fréquence (CFO), asynchronisme entre utilisateurs, et diverses imperfections matérielles. Ce TP permettra aux participants de mieux comprendre les limites et les leviers d'optimisation des formes d'onde en environnement dégradé.

Beamforming et MIMO massif (3 jours)

- Description des architectures antennaires de formation de faisceau (beamforming) : numérique, analogique, hybride.
- Efficacité spectrale de ces architectures (SIMO, MISO, SU-MIMO, MU-MIMO, MIMO massif).
- Bases de la formation de faisceau numérique (SVD, ZF, MRT, MMSE).
- Méthodes d'allocation de puissance pour la réduction de la consommation énergétique des réseaux et des terminaux, ex: waterfilling.
- Application à la 5G NR :
 - Bases de la formation de faisceau analogique (beam steering et beam widening).
 - Configuration des pilotes CSI-RS selon le type de beamforming
 - Systèmes FDD : Description des codebooks et du retour d'informations PMI (Precoding Matrix Indicator).

- Systèmes TDD.

Trois demi-journées seront dédiées à des travaux pratiques sur l'implémentation des techniques MIMO et MIMO massif et des codebooks 5G, avec une évaluation des performances en fonction des caractéristiques du canal. Ces sessions permettront aux participants de maîtriser les principes du MIMO avancé et d'en analyser concrètement l'impact sur les performances radio.



Durée de la formation

5 jours - 35 heures



Calendrier de la formation

Prochaine session : du 16 au 20 novembre 2026



Méthodes pédagogiques

- Apports théoriques illustrés par des exemples concrets.
- Exercices pratiques avec des travaux en sous-groupes.
- Mise en situation concrète au travers d'études de cas issues de projets réels.
- Pédagogie active intégrant le retour d'expérience des participants.

Candidature

Formation Continue

Contact(s)

Guillaume RIOU

Chargé d'animation et d'ingénierie en formation continue et alternance

guillaume.riou [at] univ-rennes.fr

Coût de la formation

4 500 €

Mise à jour : ven, 17/04/2026 - 14:48