

## TITRE : Contribution à la Cloudification du Radio Access Networks (RAN)

**KEYWORDS** : C-RAN, 5G, Ordonnancement

---

### CONTEXTE de l'IRT SYSTEMX

---

L'Institut de Recherche Technologique (IRT) SystemX a été labellisé le 1er février 2012 dans le cadre du programme d'investissement d'avenir, mis en place dans le but de soutenir l'innovation en France. Unique IRT en Île-de-France dans le domaine de l'ingénierie numérique des systèmes du futur, SystemX répond aux défis technologiques d'aujourd'hui au moyen d'une innovation flexible, ouverte et collective.

Le fonctionnement de l'institut repose sur deux aspects fondamentaux :

- la colocalisation de ses talents : l'institut réunit au sein d'un même lieu tous les partenaires des projets, permettant ainsi de créer un véritable creuset d'interactions entre acteurs de la recherche publique et industrielle ;
- la mutualisation des compétences et des plateformes : en atteignant une masse critique, SystemX pourra constituer une plateforme grâce à la mise en commun de nombreuses compétences et briques technologiques

### **L'IRT SystemX met en place les projets CRÉE : Coopération Recherche Étudiants Entreprise**

Un projet **CRÉE** comprend 3 stages pour 3 étudiants, qui devront travailler ensemble en équipe Système pour répondre à une problématique industrielle. Ces stages offrent un environnement de travail unique aux étudiants stagiaires du fait de la proximité avec les équipes de recherche SystemX, d'un encadrement opérationnel effectué par des référents techniques de l'IRT, de contacts étroits avec de multiples partenaires industriels ou laboratoires académiques et un accès à des moyens mutualisés

L'équipe d'étudiants sera encadrée par un binôme d'ingénieurs de recherche SystemX.

## CONTEXTE DU PROJET ET DES SUJETS DE STAGES : un défi industriel à relever

---

Vous intégrerez une équipe de 3 étudiants pour réaliser l'objectif commun suivant :

Ce projet a pour objectif de contribuer à la mise en place de la *cloudification* du RAN par le biais de trois études complémentaires, qui consistent à identifier le langage de programmation ainsi que l'environnement d'exécution des fonctions de traitement radio, analyser les performances d'un système d'exploitation temps réel qui répond au mieux aux exigences de la 5G (en termes de latence, par exemple), et tester l'ordonnancement et l'exécution des fonctions de C-RAN. Ces travaux seront implémentés et mis en place sur une plateforme qui servira comme socle de tests et d'évaluation des travaux de recherche du projet STC. En outre, cette plateforme servira également comme benchmark des évolutions technologiques et de recherche autour de la 5G et du C-RAN.

Vous travaillerez aussi en collaboration avec le projet de recherche SYSTEMX intitulé Services de Télécommunication et Cloud (STC).

Orange, Nokia et l'Institut Mines Télécom sont les acteurs de ce projet.

L'équipe dispose d'une expérience considérable et diversifiée dans les domaines Cloud et Réseaux.

Les sujets de stages de ce projet composé d'étudiants se déclinent en :

- Modèles, Langages de Programmation et Environnements d'Exécution pour des Traitements Radio [Stage1]
- Evaluation des Systèmes d'Exploitation 'Temps Réel' et des Environnements d'Exécution de C-RAN [STAGE2]
- Modélisation et Ordonnancement des Traitements Radio dans C-RAN [STAGE3]

## STAGE 1 : Modèles, Langages de Programmation et Environnements d'Exécution pour des Traitements Radio

Au sein de l'Institut de Recherche Technologique SystemX, mis en place dans le but de soutenir l'innovation en France, vous serez partie prenante d'une équipe projet composée de 3 étudiants. Unique IRT en Île-de-France dans le domaine de l'ingénierie numérique des systèmes du futur, vous travaillerez en collaboration avec le projet de recherche intitulé Services de Télécommunications et Cloud (STC), dont l'équipe dispose d'une expérience considérable et diversifiée dans les domaines Cloud et Réseaux.

### Contexte du Stage :

Dans un contexte de *Radio Access Networks* (RAN), les composants qui constituent un processus de traitement radio d'une *Base Band Unit* (BBU) peuvent être représentés par un graphe composé de blocs de décision et de blocs de calcul. Dans ce contexte, le traitement de données peut être modélisé comme un ensemble de nœuds concurrents interconnectés par des canaux de communication. Ce traitement apparaît sur différents niveaux, et dans chaque niveau, on retrouve des calculs intenses sur différents processeurs du BBU.

### Vos missions seront les suivantes :

- Analyse de modèles de programmations adéquats pour l'implémentation des piles de traitements d'une Base Band Unit (BBU).
- Identification de l'état de l'art des langages de modélisation pour spécifier des applications de traitement de BBU.
- Réalisation d'un PoC représentant un logiciel de traitement de BBU
- Participer aux réunions avec les autres stagiaires du projet CREE pour préparer une démonstration.
- Présenter régulièrement l'avancement du stage.

Le profil recherché : BAC +5, dans le domaine de génie logiciel pour un stage de 6 mois environ à partir de mars 2017 sur le site IRT SYSTEMX à Palaiseau.

### Vos Compétences sont :

- Langages formels,
- Génie logiciel,
- C, C++ ou autre langage orienté objet.

### Vos aptitudes personnelles sont :

- Dynamique,
- Autonome et avec un bon esprit d'initiative
- Bon relationnel,
- Avoir envie de travailler en collaboration,

Référence : CREE\_2017\_STC\_03\_01\_161003

Pour postuler : [stages@irt-systemx.fr](mailto:stages@irt-systemx.fr)

## STAGE 2 : Evaluation des Systèmes d'Exploitation 'Temps Réel' et des Environnements d'Exécution de C-RAN

Au sein de l'Institut de Recherche Technologique SystemX, mis en place dans le but de soutenir l'innovation en France, vous serez partie prenante d'une équipe projet composée de 3 étudiants. Unique IRT en Île-de-France dans le domaine de l'ingénierie numérique des systèmes du futur, vous travaillerez en collaboration avec le projet de recherche intitulé Services de Télécommunications et Cloud (STC), dont l'équipe dispose d'une expérience considérable et diversifiée dans les domaines Cloud et Réseaux.

### Contexte du Stage :

Cloud RAN sera décomposé en plusieurs modules logiciels (ou fonctions) qui peuvent être déployé(e)s et géré(e)s individuellement et automatiquement. La latence des opérations de traitement dans ce type de réseaux, veut que la latence totale due aux opérations de calcul et de connectivité soit garantie dans le cadre du Cloud Radio Access Networks (C-RAN). Les systèmes d'exploitation qui seront sollicités dans le cadre du C-RAN doivent fournir des garanties 'temps réel' (les tâches critiques doivent être accomplies dans des temps prédéfinis), ainsi que des performances dans le traitement permettant de déployer d'une manière dynamique de nouveaux modules ou fonctions pour pallier aux pics de charges. Dans ce contexte, de nouvelles méthodes ont émergé dans le but d'améliorer et d'optimiser les temps de calcul et de déploiement de ces fonctions (par exemple *Unikernel*).

### Vos missions seront les suivantes :

- Etude de l'état de l'art des systèmes d'exploitation candidats pour des traitements temps réel.
- Mise en place de scénarios représentatifs de benchmarks et de tests.
- Evaluation des performances des systèmes d'exploitation sélectionnés.
- Participer aux réunions avec les autres stagiaires du projet CREE pour préparer une démonstration.
- Présenter régulièrement l'avancement du stage.

Le profil recherché : BAC +5, dans le domaine de l'Informatique (systèmes) pour un stage de 6 mois environ à partir de mars 2017 sur le site IRT SYSTEMX à Palaiseau.

### Vos Compétences sont :

- Systèmes d'exploitation temps réel,
- Ordonnanceur Linux,
- Compétences en C, C++

### Vos aptitudes personnelles sont :

- Dynamique,
- Autonome et avec un bon esprit d'initiative
- Bon relationnel,
- Avoir envie de travailler en collaboration,

Référence : CREE\_2017\_STC\_03\_02\_161003

Pour postuler : [stages@irt-systemx.fr](mailto:stages@irt-systemx.fr)

## STAGE 3 : Modélisation et Ordonnement des Traitements Radio dans C-RAN

---

Au sein de l'Institut de Recherche Technologique SystemX, mis en place dans le but de soutenir l'innovation en France, vous serez partie prenante d'une équipe projet composée de 3 étudiants. Unique IRT en Île-de-France dans le domaine de l'ingénierie numérique des systèmes du futur, vous travaillerez en collaboration avec le projet de recherche intitulé Services de Télécommunications et Cloud (STC), dont l'équipe dispose d'une expérience considérable et diversifiée dans les domaines Cloud et Réseaux.

### Contexte du Stage :

Le *scheduler* radio prend la décision sur quel utilisateur mobile va envoyer (ou recevoir) des données et quelle est la quantité de données qui va être envoyée (ou être reçue). Alors que dans la 4G cette décision est prise chaque 1 milliseconde, on s'attend à des temps plus faibles dans le cadre de la 5G. Dans le contexte de Cloud RAN, les opérations d'Uplink et *Downlink* des données peuvent être représentées par des graphes avec des nœuds représentant les différentes fonctions de traitement des opérations précédentes, et les liens pour illustrer les flots de données à véhiculer. L'objectif est de s'assurer que tous les graphes des opérations précédentes vont être exécutés dans des temps prérequis, mais sous des contraintes fortes comme:

- le nombre de requêtes traitées
- la capacité de traitement des serveurs, ainsi que l'*overhead* introduit par le système d'exploitation utilisé et la charge du réseau.

### Vos missions seront les suivantes :

- En s'appuyant sur un outil d'ordonnement de tâches en temps réel, comme **Cheddar**, on analysera les éléments suivants:
  - Vérification et tests de la réalisabilité des contraintes temps,
  - Collecte d'information sur les temps de réponse,
  - Le taux d'utilisation des processors
- Comparaison des performances de différents algorithmes considérés pour l'ordonnement.
- Participer aux réunions avec les autres stagiaires du projet CREE pour préparer une démonstration.
- Présenter régulièrement l'avancement du stage.

Le profil recherché : BAC +5, dans le domaine de l'informatique algorithmique pour un stage de 6 mois environ à partir de mars 2017 sur le site IRT SYSTEMX à Palaiseau.

### Vos Compétences sont :

- Compétences en algorithmes
- Connaissances des problèmes et approches d'ordonnement,
- Langage C, C++,

### Vos aptitudes personnelles sont :

- Dynamique,
- Autonome et avec un bon esprit d'initiative
- Bon relationnel,
- Avoir envie de travailler en collaboration,

Référence : CREE\_2017\_STC\_03\_03\_161003

Pour postuler : [stages@irt-systemx.fr](mailto:stages@irt-systemx.fr)