Équipe Logiciel Réseaux Temps-réel (LRT)

1er janvier 2013 → 30 juin 2018

Visite du comité HCERES

13 février 2019

Présentation de l'équipe LRT

- **Rami Langar** (resp.) et **Laurent George** (resp. adj.)
- L'équipe LRT (crée en Janv. 2013) regroupe **15 permanents** et **15 doctorants**.
- Activité principale liée **à la conception, au dimensionnement, au développement et à l'implémentation d'architectures embarquées pour les réseaux sans fil (IoT, véhiculaires, 5G)** (CNU 27, CoNRS 6 et 7).
- La recherche est organisée en trois groupes :
  - Réseaux,
  - Logiciel,
  - Temps-Réel.

Effectifs

Date	Ens.-cherch.	Cherch.	Doc.	Ing.
Jan 2013	**10**	**0**	**11**	**6**
	1 PR, 8 MdC, 1 PRAG			
Juin 2018	**15**	**0**	**15**	**4**
	5 PR, 10 MdC			

Arrivées

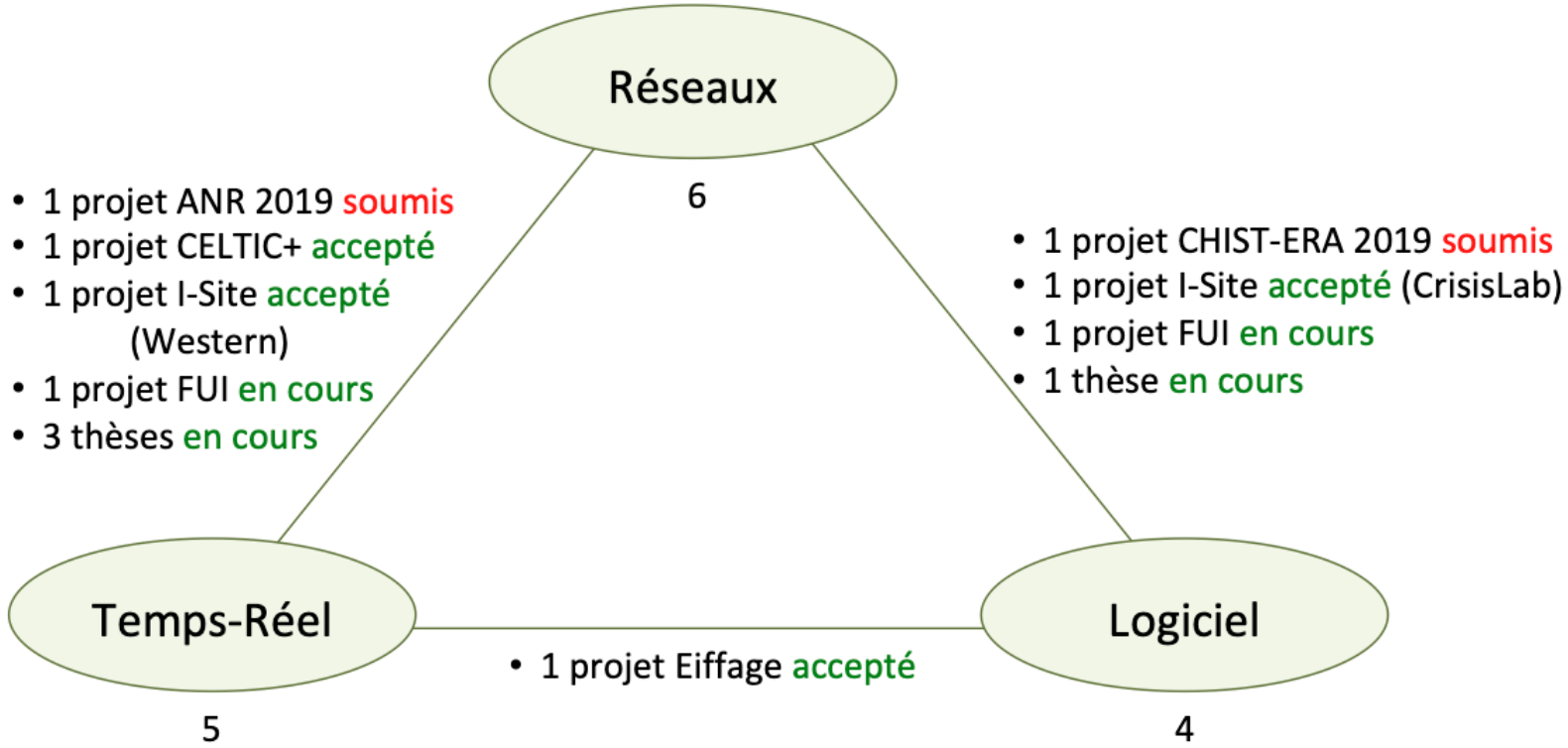
Laurent George (PR ESIEE 2014)
Rami Langar (PR UPEM 2016)
Nadjib Aitsaadi (PR ESIEE 2016)
Sylvain Cherrier (MdC UPEM 2017)
Ting Wang (MdC ESIEE 2017)
Nawel Zangar (MdC ESIEE 2017)

Départ

Yacine Ghamri $\rightarrow$ PR Univ. La Rochelle (Sept. 2013)

Vie d'Equipe

- Intéractions entre les groupes :



- Réunion d'équipe mensuelle :
  - Exposés scientifiques, Appels à projets en cours, Divers points.
- Equipe bilocalisée (UPEM, ESIEE).

Production scientifique

Publications

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	**Total**
Journaux	6	9	8	8	12	6*	49
Actes de conf.	20	18	23	29	22	14*	126
Ouvrages	1	5	1	2	1	-	10
Brevet	-	-	-	-	1	-	1

(*) Juin 2018

Stratégie de Publications

- ▷ **Réseaux** : Conf. (A, B), extension (30% $\sim$ 40%) pour les journaux (IEEE Trans.).
- ▷ **Temps-Réel** : Conf. (A, B), cibler les CFPs pour les journaux.
- ▷ **Logiciel** : Activité très propre à Java. Workshop développement/codage.

- ▷ **Publications inter-thèmes** : 17
- ▷ **Co-encadrement de thèse** : 3 (+3 nouvelles)
  - ▷ **FUI SCORPION** : R. Langar, S. Cherrier
  - ▷ **FUI CEOS** : L. George, H. Badis
  - ▷ **Cifre METRON** : L. George, H. Badis

Production scientifique (suite)

Logiciels

- **BeC3** : Plateforme IoT de chorégraphie de services.
- **Développement de la plateforme Java** : implémentation des lambdas (JSR 335) et de la dynamicité (JSR 292) dans le langage.
- **Plateforme à base de radio logicielle (SDR)** implémentant RANaaS (*FUI ELASTIC*), tranchage de réseaux 5G (*FUI SCORPION*), et drones autonomes (*FUI CEOS*).
- **BadZak** : Plateforme de sélection des relayeurs pour les communications V2X (Infrastructure, véhicule, drones), Brevet accepté.

Formation et collaborations

Etudiants et visiteurs

- **15** thèses en cours (Juin 2018).
- **12** thèses soutenues (durée moyenne : $\sim$ 42 mois)
  - 5 thèses interrompues (Raisons personnelles, Niveau insuffisant).
- **1** HDR soutenue.
- **3** ATER.
- **4** Postdocs.
- **8** Professeurs Invités.

Formation

- Master Systèmes et Services pour l'Internet des Objets : **A. Rachedi (resp.), L. George, R. Langar, H. Badis, S. Lohier et S. Cherrier.**
- Cycle ingénieur à l'ESIPE, filières "Informatique" et "systèmes communicants" : **E. Duris (resp.), R. Langar, S. Lohier, H. Badis, S. Cherrier et R. Forax.**
- Cycle ingénieur à l'ESIEE, Options "Réseaux et Sécurité par apprentissage" et "CyberSécurité" : **N. Aitsaadi (resp.), L. George, A. Rachedi, R. Langar et N. Zangar.**

Projets et contrats principaux

- 4 Projets Européen :
  - CELTIC **SAN** (2013-2015), Y. Ghamri (resp.), A. Rachedi.
  - ITEA2 **CarCode** (2013-2015), Y. Ghamri (resp.), S. Cherrier.
  - ITEA2 **SITAC** (2013-2015), Y. Ghamri (resp.), S. Cherrier.
  - ITEA2 **Web of Objects** (2012-2014), Y. Ghamri (resp.), S. Cherrier.
- 4 projets FUI, Nokia, Thales et Orange (coordinateurs) :
  - **CEOS** (2017-2020), L. George (resp.), H. Badis, D. Masson.
  - **SCORPION** (2017-2020), R. Langar (resp.), S. Cherrier, Y. Abdeddaim.
  - **PODIUM** (2016-2019), R. Langar (resp.). N. Aitsaadi.
  - **ELASTIC** (2015-2018), R. Langar (resp.), N. Aitsaadi.
- 5 PHC (Brésil, Belgique, Tunisie, Iran).
- 1 PICS (Canada), 2018-2020.
- 1 super BQR.
- 2 projets de maturation SATT-Innov Ile-de-France (BeC3, BadZak).

Rayonnement

- Relations avec de nombreuses universités étrangères (NYU, Univ. Waterloo - Canada, ULB-Belgique, UFMG-Brésil, etc.)
- Implication dans le comité technique de l'IEEE TCIIN (Technical Committee on Information Infrastructure and Networking): Chair (R. Langar), Secrétaire (N. Aitsaadi).
- Participation au comité d'évaluation mi-parcours des projets ANR (Sept. 2017).
- Participation au comité d'évaluation AERES de l'ONERA (Dec. 2014).
- Participation au COPIL Groupe Télécoms - Systematic
- Invitations et participation aux comités de programme de conférences internationales de référence de ses domaines de recherche (IEEE RTSS, ICC, GLOBECOM, MASS, RTNS, etc.).
- Participation aux comités éditoriaux de plusieurs revues du domaine (IEEE JSAC, JONS, IEEE Access, RTS journal, etc.)

Bilan

Distinctions

- **R. Forax**, "Java Champion" 2016 (30 titulaires par an).
- Best Paper Award: IEEE/IFIP CNSM 2014, RTNS 2014.
- Best Workshop Award: "QoS and QoE in Wireless Communications/Networks" dans la conférence IWCMC 2013.

Responsabilités locales

- **G. Roussel**. Président de l'UPEM.
- **L. George**. Directeur du département Informatique de l'ESIEE.
- **S. Midonnet**. Directeur de l'Institut Gaspard-Monge (i.e., UFR Informatique–Electronique)
- **E. Duris**. Directeur adjoint de l'ESIPE.
- **N. Aitsaadi**. Responsable de deux filières Ingénieurs à l'ESIEE.
- **Y. Abdeddaim**. Responsable d'une filière Ingénieur à l'ESIEE.

Thèmes scientifiques

- Groupe Réseaux :
  - **Thème 1 :** Optimisation des ressources et contrôle d'accès dans les réseaux mobiles de nouvelle génération : 5G, Cloud-RAN (2 PR, 3 MC).
  - **Thème 2 :** Modèles de confiance et qualité de service dans les réseaux multi-sauts sans fil : MANETs, WMNs, VANETs (1 PR, 2 MC).

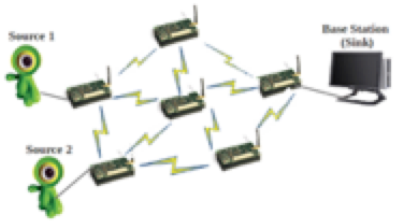
- Groupe Logiciel :
  - **Thème 3 :** Approches logicielles : Chorégraphie de services dans l'Internet des Objets, Détection de plagiat, Amélioration de la plateforme Java (1 PR, 3 MC).

- Groupe Temps-Réel :
  - **Thème 4 :** Ordonnancement temps-réel et efficacité énergétique (1 PR, 4 MC).

Domaines applicatifs de l'équipe LRT

Automobile
Réseaux

Avionique
Réseaux, Temps-réel



Réseaux de Capteurs
Logiciel, Réseaux, Temps-réel

Télécom
Réseaux, Temps-réel

LRT

Multimédia
Logiciel, Temps-réel

Défense
Temps-réel

Ville Intelligente
Réseaux, Temps-réel

Thème 1 : Réseaux 5G, Cloud-RAN

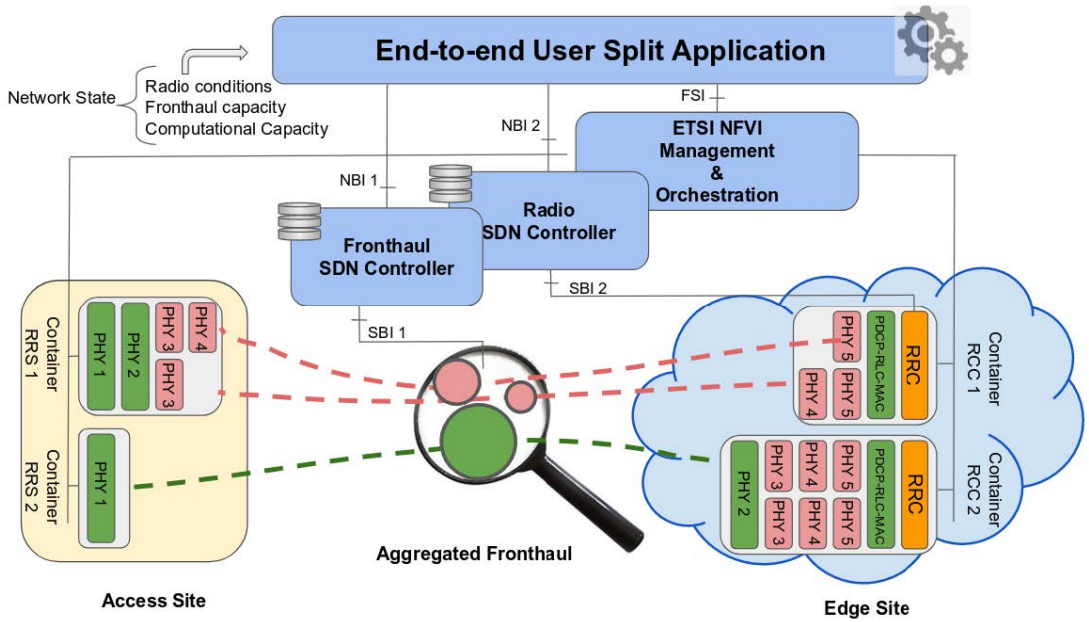
Participants :

- **R. Langar**, PU UPEM
- **N. Aitsaadi**, PU ESIEE
- **S. Cherrier**, MC UPEM
- **N. Zangar**, MC ESIEE
- **Y. Abdeddaim**, MC ESIEE

Objectif :

- Optimiser conjointement :
  - Allocation des ressources radio,
  - Affectation des antennes radio (RRHs) aux Unités de bande de base (BBUs) dans le Cloud,
  - Décision sur les splits fonctionnels dans l'architecture des réseaux 5G.

Thème 1 : Réseaux 5G, Cloud-RAN



- Proposition et implémentation d'une architecture hybride HRAN multi-cellules à base de SDN.
- Plateforme expérimentale en utilisant le logiciel OAI, contrôleur SDN FlexRAN, plusieurs cartes SDR (USRP B210) et terminaux Android.
  - Implémentation des solutions RANaaS et tranchage de réseaux 5G.
- Intégration avec l'architecture EPC Micro-Services de Nokia Bell-Labs, projet SCORPION.

Thème 2 : Modèles de confiance et QoS dans les réseaux ad-hoc (MANETs, WMNs, VANETs)

Participants :

- **A. Rachedi**, PU UPEM
- **H. Badis**, MC UPEM
- **S. Lohier**, MC UPEM

Objectif :

- Améliorer la collaboration des noeuds ad-hoc afin de maximiser la capacité du réseau, garantir la QoS, et détecter et résister aux noeuds égoistes :
  - Caractéristiques du réseau : WMNs avec antennes MIMO, Réseaux véhiculaires (VANETs).
  - Caractéristiques des données.
  - Paradigme SDN.

Thème 2 : Modèles de confiance et QoS dans les réseaux ad-hoc (MANETs, WMNs, VANETs)

Résultats :

- Proposition d'une architecture de coopération inter-couche, utilisant des antennes MIMO, et des modèles probabilistes pour l'accès au canal.

- Utilisation d'un modèle de confiance pour inciter les noeuds égoistes à coopérer et réduire l'impact des noeuds injectant des faux messages.

- Extension du modèle dans SDN-based VANETs : BadZak pour former un backbone virtuel et déterminer le rôle et le niveau de collaboration de chaque véhicule.

- Brevet accepté (BadZak) et contrat de maturation.
  - Intérêt de plusieurs industriels automobiles (i.e., Valeo, Renault, Continental, Akka système).

Thème 3 : Approches logicielles

Participants :

- **G. Roussel**, PU UPEM
- **S. Cherrier**, MC UPEM
- **R. Forax**, MC UPEM
- **E. Duris**, MC UPEM

Points clés :

- Chorégraphie de services dans l'Internet des Objets (IoT).
- Amélioration de la plateforme Java.
- Détection de plagiat.

Thème 3 : Approches logicielles

Architecture distribuée de machines virtuelles pour l'IoT

- Construction de chorégraphies de services à travers une collaboration de machines virtuelles légères (langage D-LITe), adaptées au contexte de l'IoT.

- Diffusion d'une plateforme opérationnelle IoT (BeC3) avec portage sur plusieurs standards sans fil (Bluetooth Low Energy, EnOcean, Zwave).

- BeC3: Contrat de maturation.
  - Intégration de BeC3 avec la plateforme expérimentale 5G (Thème 1), projet SCORPION, permettant la coexistance de slices IoT et de téléphonie dans un réseau 5G.

Thème 3 : Approches logicielles (suite)

Amélioration de la plateforme Java 8

- Mise en place de solutions pour résoudre la gestion des types dynamiques dans JSR 292 et des Expressions Lambda dans JSR 335.
- Ajout d'une nouvelle instruction de bytecode (invokedynamic) pour l'édition de lien ultra tardive.
- Implémentation "invokedynamic" dans Android et dans la plateforme officielle de Java.
- Optimisation d'allocations dans Android (contraintes mémoires et énergétiques).

Thème 4 : Approches Temps-Réel

Participants :

- **L. George**, PU ESIEE
- **Y. Abdeddaim**, MC ESIEE
- **D. Masson**, MC ESIEE
- **S. Midonnet**, MC UPEM
- **H. Badis**, MC UPEM

Points clés :

- Conception d'algorithmes d'ordonnancement temps-réel.
- Efficacité énergétique dans l'industrie 4.0 et les smart grids.

Thème 4 : Approches Temps-Réel

Résultats :

- Conception d'algorithmes d'ordonnancement temps réel optimaux sous contraintes énergétiques.
  - Tests d'ordonnancabilité basés sur des algorithmes de Model Checking.
  - Preuve d'optimalité d'un algo. d'ordonnancement à priorité fixe.

- Caractérisation de la borne max. du temps de traversée dans les réseaux Ethernet temps réel et les réseaux d'interconnexion sur puce (NoC).
  - Adaptation de l'approche par trajectoire (réseaux avioniques, Ethernet AFDX).
  - Détection des attaques DoS par une approche à criticité mixte.

Thème 4 : Approches Temps-Réel (suite)

Résultats :

- Gestion d'énergie dans un microréseau industriel (microgrid).
  - Utilisation du concept de Network Calculus et le lissage Gaussien pour modéliser l'atténuation des fluctuations des sources d'énergie distribuées.
  - Modélisation du comportement temporel des lignes de production par des automates et des files d'attente temporelles.
  - Proposition d'algorithmes d'ordonnancement temps réel optimaux ou quasi-optimaux pour répondre à une demande d'effacement énergétique.

Analyse SWOT

Points forts

- Richesse des thématiques.
- Activités en phase avec les thématiques du projet I-Site sur la Ville Intelligente.
- Transfert vers l'industrie (2 contrats de maturation, 1 start-up est en cours de création).
- Activité significative de publications.
- Forte collaboration internationale.

Points à améliorer

- Renforcer le lien entre les différents groupes de l'équipe.
- Intéraction avec les autres équipes du site sur le thème Ville intelligente (projet I-Site Western en collaboration avec ESYCOM, Ifsttar vient de commencer).
- HDR

Analyse SWOT (suite)

Risques liés au contexte

- Charges administratives : Implication à haut niveau localement des membres de l'equipe.
- Bilocalisation de l'équipe.

Possibilités liées au contexte

- Acceptation de 2 projets I-Site sur la Ville Intelligente :
  - CrisisLab : Dynamique des risques et des crises en milieu urbain (Sept. 2018 - Aout 2021)
  - Western : Réseaux de capteurs et gestion de l'eau (Juin 2018 - Juillet 2020).

- Création de l'UGE (Université Gustave Eiffel) permet de faciliter la gestion de l'équipe.

Projet et perspectives

Continuer :

- Développement et Implémentation d'architectures embarquées pour les **réseaux mobiles de nouvelle génération** et **Ville Intelligente**.

Thème Réseaux/Temps-Réel

- Communications V2X dans les réseaux 5G.
  - Projet CELTIC+ SARWS **accepté** (Janv. 2019 - Dec. 2021).

- Prise en compte des contraintes de temps-réel et de sécurité dans les réseaux 5G par des approches SDN/NFV.
  - Projet ANR PRCE 2019 **soumis** : OSCAR (sOftware-based Security for Cloud radio Access netwoRks).

Projet et perspectives (suite)

Thème Réseaux/Logiciel

- Développement d'une plateforme de déchargement de calcul sécurisé dans le Cloud dans le contexte de la Ville Intelligente (*Fog Computing, Edge Computing*).
- Déchargement dynamique des modules gourmants en énergie (Java et C).
  - Projet CHIST-ERA 2019 **soumis** : FASCINE (Formal Assertion and Smart Computing In NEtworks).

Thème Temps-Réel/Logiciel

- Extension des travaux sur l'efficacité énergétique au contexte de quartiers résidentiels.
  - Projet Eiffage sur Smart Building **accepté** (Mar. 2019 - Fev. 2021).