



## Sujet de thèse : RF-NoC cognitif pour les architectures massivement parallèles à mémoires distribuées

### CONTEXTE

Ces travaux s'inscrivent dans le développement d'un nouveau paradigme de communication RF pour augmenter l'efficacité de calcul des architectures manycores (>4096 cœurs de calcul) à mémoire distribuée implémentées sur un System-on-Chip (SoC)[1]. Il a été démontré ces dernières années que le passage à l'échelle des architectures multi-cœurs devait intégrer de nouveaux réseaux d'interconnexion (optique, RF, wireless ou hybride) pour réduire la contention et la consommation globale du chip. Les communications RF basées sur un médium de communication global (une des couches métalliques du circuit) entre les tuiles de calcul présentent plusieurs avantages concernant l'intégration monolithique, mais encore sous-exploité du point de vue du caractère dynamique. Dans ce procédé, chaque tuile a accès à deux modes de communication ; un NoC – Network On Chip pour des communications entre deux tuiles adjacentes, et, le RF-NoC pour des communications de types broadcast ou unicast entre des tuiles éloignées. Un des objectifs de l'architecture est de pouvoir déterminer dynamiquement la bande de fréquence pouvant être allouée afin de satisfaire les besoins de communications tout en réduisant les overheads des NoCs traditionnels. L'axe de recherche envisagé est d'apporter un gap significatif dans l'état de l'art des architectures massivement parallèles, en intégrant des fonctions cognitives aux unités de calculs. Ces nouvelles fonctions auront pour conséquences, de connaître l'état d'occupation du spectre afin d'améliorer leur communication (principe de la radio cognitive). Cette thèse permettra alors de quantifier les apports de ces nouveaux services de cognition, en particulier sur la dimension énergétique. Cette thèse s'inscrit dans la continuité du projet ANR Winocod [2], porté par le laboratoire ETIS.

Les objectifs scientifiques de cette thèse sont :

- L'identification des fonctions cognitives adéquates, respectant les contraintes liées à l'embarqué.
- L'implantation matérielle de la solution retenue
- Le benchmarking sur la plateforme dédiée et l'évaluation des gains apportés par l'ajout du caractère cognitif.

Dans le cadre du projet ANR WiNoCoD, une méthode originale pour les communications au sein d'une puce multiprocesseur a été proposée. Cette méthode utilise des interconnexions RF entre clusters et est basée sur l'OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access). Cette approche permet, contrairement aux autres solutions existantes dans la littérature, de fournir un moyen de communication reconfigurable entre cœurs. La faisabilité et les performances d'un tel réseau ont été montrées à différents niveaux, numérique, technologique et algorithmique. La plage de fréquence choisie, liée à la technologie, couvre la bande de 20 GHz à 40 GHz. Du point de vue technologique, différents circuits de l'étage d'émission-réception ont été conçus. Un démonstrateur sur FPGA a permis de démontrer la faisabilité de l'allocation dynamique des communications. Du point de vue radio intelligente, plusieurs mécanismes et algorithmes efficaces d'allocation de la bande passante ont été proposés et leurs performances analysées. Les solutions proposées n'intègrent pas de capacités cognitives.

L'objectif de cette thèse est donc d'ouvrir une nouvelle voie de recherche sur les RF-NoC cognitifs. L'ajout de ce caractère au sein d'un RF-NoC est un axe novateur soulevant de nombreuses problématiques. Plusieurs verrous devront être levés comme l'identification des traitements de *spectrum sensing* à mettre en œuvre [3], la stratégie d'allocation de ressources [4-5], l'arbitrage de conflits, etc. En outre, l'ensemble des réalisations matérielles associées pourront être valorisées sachant qu'elles devront tenir compte des contraintes liées à l'embarqué (surface, consommation, ressources limitées). Par la suite, il sera possible d'évaluer les gains et coûts associés à l'ajout de fonctions de cognition.

## **EQUIPE D'ACCUEIL : Equipe ASTRE – Laboratoire ETIS**

Emmanuelle Bourdel : Directrice de thèse

Jordane Lorandel : Encadrant

**MODALITE DE CANDIDATURE : Envoyer** Lettre de motivation + CV + relevés de notes + copie diplôme ou attestation **avant le 29 septembre 2017** à [jordane.lorandel@u-cergy.fr](mailto:jordane.lorandel@u-cergy.fr)

## **COMPETENCES ATTENDUES**

Electronique, architecture multi-core, architecture FPGA, programmation embarquée (VHDL/C), communications numériques, traitement du signal

## **REFERENCES**

[1] M.F. Chang, J. Cong, A. Kaplan, M. Naik, G. Reinman, E. Socher, and S.-W. Tam. CMP network-on-chip overlaid with multi-band rf-interconnect. In High Performance Computer Architecture, 2008. HPCA 2008. IEEE 14th International Symposium on, pages 191-202, Feb 2008.

[2] E. Unlu, M. Hamieh, C. Moy, M. Ariaudo, Y. Louet, F. Drillet, A. Briere, L. Zerioul, J. Denoulet, A. Pinna, B. Granado, F. Pêcheux, C. Duperrier, S. Quintanel, O. Romain, E. Bourdel. "An OFDMA Based RF Interconnect for Massive Multi-core Processors". Proceedings of the 8th IEEE International Symposium on Networks-on-Chip (NOCS). Ferrara, Italy, September 2014.

[3] T. Yücek, H. Arlsan, "A survey of Spectrum Sensing Algorithms for cognitive Radio Applications", IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2009

[4] C. Xiao and W. Liu, "Through Global Sharing to Improve Network Efficiency for Radio-Frequency Interconnect based Network-on-Chip", IEEE Access, Vol 4, 2016

[5] E. Unlu and C. Moy, "Allocation dynamique de bande passante pour l'interconnexion RF d'un réseau sur puce", manuscrit de thèse de doctorat, CentraleSupélec/IETR, soutenue le 21 juin 2016, [http://www.rennes.supelec.fr/ren/rd/scee/ftp/theses/these\\_unlu\\_2016.pdf](http://www.rennes.supelec.fr/ren/rd/scee/ftp/theses/these_unlu_2016.pdf)