

SPG-ELE-008 - Systèmes sur Puces

Responsables : **Mohamad MROUÉ**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **48**

Année académique : **2025-2026**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Le concept de System on Chip existe depuis un certain temps ; l'implication est qu'une seule puce de silicium peut être utilisée pour mettre en oeuvre les fonctionnalités d'un système entier, plutôt que de nécessiter plusieurs puces physiques différentes. Dans le passé, le terme SoC faisait généralement référence à un circuit intégré spécifique à une application (ASIC), qui peut inclure des composants numériques, analogiques et radiofréquence, ainsi que des blocs de signaux mixtes pour la mise en oeuvre de convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique. (ADC et DAC). En nous concentrant un instant sur l'aspect numérique, un SoC peut combiner tous les aspects d'un système numérique : traitement, logique haut débit, interfaçage, mémoire, etc. Toutes ces fonctions pourraient autrement être réalisées à l'aide de dispositifs physiquement séparés et combinées dans un système au niveau des cartes de circuits imprimés (PCB). La solution SoC est moins coûteuse, permet des transferts de données plus rapides et plus sécurisés entre les différents éléments du système, présente une vitesse globale du système plus élevée, une consommation d'énergie inférieure, une taille physique plus petite et une meilleure fiabilité. Les principaux inconvénients des SoC basés sur ASIC sont (i) le temps et le coût de développement, et (ii) le manque de flexibilité. Il existe un besoin évident d'une solution plus flexible, et c'est ce qui motive le système sur puce programmable, une version spécifique de SoC implémentée sur un appareil programmable et reconfigurable. La solution naturelle a longtemps été le FPGA. Les FPGA sont des dispositifs intrinsèquement flexibles qui peuvent être configurés pour implémenter n'importe quel système arbitraire, y compris des processeurs embarqués si nécessaire. Les FPGA peuvent également être reconfigurés aussi souvent que souhaité, offrant ainsi une plate-forme fondamentalement plus flexible que les ASIC pour la mise en oeuvre des SoC. Il n'y a pratiquement aucun risque à déployer un FPGA dans des applications où des mises à niveau du système sont nécessaires. Ce cours a pour objectifs de donner les bases nécessaires à la compréhension de ce type de plate-forme, la capacité de concevoir des systèmes complexe sur ces dernières et de les mettre en oeuvre dans le cadre d'une application spécifique.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

Semestre 9

Prérequis :

SPR-INF-003: Programmation

SPR-MAT-004: Fondement de l'IA

SPR-ELE-013 Nafkha Amor Electronique numérique

SPR-ELE-014 Nafkha Amor VHDL sur FPGA

SPR-INF-011 Salvador Perea Ruben + Amor Architecture des Processeurs (1)

SPR-INF-043 Nafkha Amor OS embarqué

SPG-ELE-002 Kolar Architecture des processeurs (2)

Plan détaillé du cours (contenu) :

Ce cours se fait presque entièrement en mode projet. Il se compose de 2 parties :

- 1- Un tutorial complet de mise en oeuvre d'un SOC sur 16h
- 2- Un projet d'application sur 32h

Déroulement, organisation du cours :

Ce cours est en mode projet en binomes

Organisation de l'évaluation :

L'évaluation porte sur deux éléments:

- 1- Une démonstration du portage de l'application sur le système sur puce
- 2- Un rapport complet portant sur:
 - (i) les choix adoptés et leur justifications
 - (ii) l'analyse des résultats et la validation du cahier des charges
 - (iii) tout autre élément opportun pour assurer une passation des compétences

Moyens :

Corps Professoral: Dr. Mroue et Dr. Kolar
Plateforme: Xilinx SoC Zynq

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

à l'issue de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Expliquer la structure d'un SoC CPU-FPGA et d'en expliquer les avantages et inconvénients
- Concevoir un système sur un SoC CPU-FPGA en utilisant un outil de conception professionnel
- Analyser les performances d'un système

Description des compétences acquises à l'issue du cours :

EL01 : Concevoir l'architecture d'un système électronique complexe à haut niveau
EL02: Concevoir et implémenter un traitement numérique