

---

## Sujet de thèse (2019-2022) : Conception de Systèmes Embarqués en considérant la Fiabilité et l'Energie

**Mots clés :** Conception de systèmes – Sûreté de fonctionnement - Systèmes embarqués – Objets communicants – Fiabilité

### 1 Contexte

La révolution actuelle du numérique est portée par la création et la diffusion de systèmes et d'objets embarqués communicants dans tous les champs d'application, depuis les marchés de masse jusqu'aux marchés professionnels. La conception et la réalisation de ces dispositifs électroniques doit alors répondre à plusieurs exigences :

- la mise en œuvre doit garantir la sécurité du produit final et sa protection contre des défaillances d'origine accidentelle ou intentionnelle,
- pour un service, la réactivité constatée doit améliorer à la fois le service rendu au client et diminuer les coûts de production.
- L'autonomie et la durée de vie de l'objet doivent être satisfaites. Cela passe par une analyse de la consommation en fonctionnement.

La conception et la production de ces objets connectés (systèmes embarqués) en tenant compte de la fiabilité et de la consommation sont des thématiques de recherche multidisciplinaires cruciales fortement contraintes par des exigences de temps de développement (réduction du "Time to Market"), de performances, de coût et d'efficacité énergétique. Il faut donc un cadre méthodologique et accessible pour anticiper dès les phases amont de la conception les exigences de sûreté de fonctionnement et de consommation énergétique.

### 2 Verrous scientifiques

Un problème majeur rencontré lors d'une étude de sûreté de fonctionnement des systèmes est la prise en compte de manière efficace et réaliste de différentes dépendances comme, par exemple, l'impact de la sûreté de fonctionnement sur la consommation (problème multi-critères). Le travail de conception se base alors sur une fonction de coût à définir et produisant une solution réalisant un compromis entre les différentes propriétés attendues.

Un autre verrou identifié qui sera abordé concerne l'utilisation des propriétés d'adaptabilité (de reconfiguration) des systèmes actuels. Il sera ainsi possible d'introduire des mécanismes avancés de fiabilité en permettant la reconfiguration du système en cas de défaillance d'un des sous-systèmes. Cette interaction entraîne la nécessité d'une modélisation dynamique des caractéristiques afin d'évaluer la fiabilité.

La prise en compte de ces considérations nécessite la création de modèles et de méthodes supportant la conception de systèmes embarqués en tenant compte à la fois de la sûreté de fonctionnement, de la consommation et plus tard de la reconfiguration qui permettra de satisfaire les 2 points précédents. Un autre verrou sera alors de se demander si le formalisme choisi est adapté à l'automatisation de l'interprétation ou l'acquisition de ces descriptions de scénarios redoutés.

La méthodologie nécessite donc la mise en place d'une modélisation et d'une évaluation multi-critères d'un système embarqué communicant. Un algorithme d'optimisation multi-objectif permettra également une recherche de l'architecture optimale en s'affranchissant de la définition de la fonction de coût du produit. Cette optimisation proposera des alternatives de configuration permettant de palier à la défaillance d'un sous-système.

### 3 Objectifs et contributions

Le but de cette thèse est d'étudier la définition et la mise en œuvre d'une méthodologie d'ingénierie dirigée par les modèles permettant la conception de systèmes embarqués communicants pour l'intégration efficace des aspects sûreté et sécurité sur deux questions clés :

- L'adéquation entre les risques (liés à la sûreté et à la sécurité), effectivement identifiés comme vraisemblables dans l'environnement du système, et les mesures déployées pour en maîtriser l'impact,
- L'optimisation de l'architecture et des ressources énergétiques.

Le programme de recherche s'attachera à assurer dans la méthodologie :

- L'intégration des exigences de sûreté de fonctionnement (fiabilité, sécurité, sûreté) dans une méthodologie de conception des systèmes dirigée par les modèles,
- La prise en compte de modèles permettant l'étude de la consommation énergétique,
- L'optimisation de l'architecture fonctionnelle et physique de tels systèmes. Cette optimisation devra s'effectuer suivant une approche multi-objectifs (Fiabilité, consommation) ou à partir de la fonction de coût si disponible. Une prise en compte des possibilités de reconfiguration sera également intégrée dans la recherche d'une architecture optimisée.

### 4 Profil recherché

Le-(la) candidat(e) devra pouvoir justifier de solides connaissances théoriques dans le domaine de la conception de systèmes embarqués et des mathématiques. Des compétences en programmation (langage C), langages de modélisation UML et approches basées modèles sont des pré-requis. La maîtrise de langages de conception( VHDL et SystemC) seront fortement appréciées. Des connaissances en fiabilité seraient un plus.

Une aisance rédactionnelle (en français comme en anglais) est également un pré-requis.

Les candidat·e·s qui postuleront pour ce sujet devront justifier et attester de ces éléments en fournissant :

- Un CV ;
- Une lettre de motivation en adéquation avec le sujet ;
- Les bulletins de notes des 2 années de Master ou des 2 dernières années d'école d'ingénieur.

### 5 PhD context

Cette thèse est financée par le programme régional RFI WiSe et se déroulera entre les laboratoires LARIS à Angers, et IETR à Nantes. Il conviendra de prévoir des séjours entre ces deux laboratoires.

### 6 Contacts pour postuler

- **Prof. Sébastien Pillement**, [sébastien.pillement@univ-nantes.fr](mailto:sébastien.pillement@univ-nantes.fr)
- **Dr. Mihaela Barreau**, [mihaela.barreau@univ-angers.fr](mailto:mihaela.barreau@univ-angers.fr)