

**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ  
FES**



**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE  
EN COTUTELLE AVEC  
L'UNIVERSITE PARIS - SORBONNE**

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme (elle) : **DOUNAS Lamiae**

Soutiendra : **le 27/04/2019 à 10 H**

**Lieu : Salle des Séminaires de Biologie**

**Une thèse intitulée :**

***MONITORING ET DIAGNOSTIC DES EXIGENCES DES SYSTEMES AUTO-ADAPTATIFS***

**En vue d'obtenir le Doctorat**

**FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)**

**Spécialité : Informatique**

	<b>NOM ET PRENOM</b>	<b>GRADE</b>	<b>ETABLISSEMENT</b>
<b>Président</b>	Pr. EL KOUCH Rachid	PES	Institut National des Postes et Télécommunications - Rabat
<b>Directeurs de thèse</b>	Pr. EL BEQQALI Omar	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr. SALIESI Camille	Professeur des Universités	Université Paris 1 Panthéon - Sorbonne
<b>Rapporteurs</b>	Pr. BELLAFKIH Mostafa	PES	Institut National des Postes et Télécommunications - Rabat
	Pr. OUSSALAH Mourad	Professeur des Universités	Université de Nantes
	Pr. IBRIZ Ali	PH	Ecole Supérieure de Technologie - Fes
<b>Membre</b>	Pr. MAZO Raul	HDR	Université Paris 1 Panthéon - Sorbonne

## **Résumé :**

Les systèmes auto-adaptatifs sont des systèmes dynamiques qui changent leurs comportements en réponse aux variations des environnements d'exécution. Le mécanisme d'auto-adaptation consiste en une boucle de rétroaction par laquelle les sorties du système sont surveillées et une action de compensation est prise si le système ne remplit pas sa fonction. Cette capacité d'auto-adaptation donne lieu à une grande autonomie et variété. Cependant, plus l'autonomie et la capacité d'adaptation sont grandes, plus le système devient complexe. Au cours de la dernière décennie, les capacités auto- \* de ces systèmes se sont améliorées. Cependant, le corpus de connaissances existant est loin d'être suffisant pour répondre au changement constant de l'environnement d'exécution et l'évolution dynamique des exigences. D'autant plus qu'il est toujours difficile de faire accepter cette technologie qui nécessite de la confiance - ce qui est difficile à cerner et qui est rapidement éliminée si certains types de ces systèmes échouent. Le monitoring de la satisfaction des exigences à l'exécution et idéalement, le diagnostic des non-conformités aux exigences sont les clés pour rendre ces systèmes plus robustes aux changements inattendus et les faire évoluer avec une grande capacité d'autonomie.

Cette thèse propose un cadre logiciel de monitoring d'exigences dédié aux systèmes auto-adaptatifs et axé sur la modélisation orientée buts, l'analyse de la variabilité et la programmation par contraintes. Le cadre logiciel définit une méthodologie de spécification d'exigences afin de faciliter les tâches de la spécification et assurer la cohérence des exigences spécifiées. Cette méthodologie définit la variabilité de l'environnement d'exécution, la variabilité des stratégies d'adaptation du système cible en termes de buts et d'opérations, ainsi que les interrelations entre eux à l'aide de claims et de soft-dépendances. En temps réel, le fonctionnement du monitoring est assuré par quatre processus : un monitoring du système cible et son environnement d'exécution, une analyse de la satisfaction des exigences en cas de changement, un diagnostic des exigences en cas de non-conformités détectées et enfin une planification des configurations optimales pour réconcilier le système avec ses buts.

Un prototype a été développé pour concrétiser le raisonnement du monitoring et permettre l'évaluation empirique de notre approche. Cette évaluation a porté sur deux cas d'études. Le résultat a démontré l'expressivité de l'approche et sa performance en termes de temps d'exécution et de passage à l'échelle.

**Mots-clés :** systèmes auto-adaptatifs, monitoring des exigences, modélisation orientée buts, boucles de rétroaction, programmation par contraintes, évolution, diagnostic des défaillances, intelligence artificielle.

# REQUIREMENTS MONITORING AND DIAGNOSING OF SELF-ADAPTIVE SYSTEMS

## **Abstract:**

Self-Adaptive systems are built on the premise that they can monitor their environments, detect the need for change, and apply the required actions to ensure their functionalities without or with minimal human intervention. The self-\* capabilities, which are the key features of self-adaptation, have been improved over the last decade. However, the existing body of knowledge is far from being sufficient to meet the dynamic evolution of requirements and the inherent uncertainty of the operating environment. Monitoring the satisfaction of the requirements at runtime, and ideally diagnosing the cause of requirements denial is the key toward making these systems more robust to unexpected changes and allow them to evolve with a great capacity for autonomy.

This thesis proposes RMAS, a framework for monitoring and diagnosing the requirements at runtime, based on goal-oriented modeling, variability analysis, and constraint programming. RMAS defines a methodology to facilitate the requirements specification and ensure the consistency of the specified requirements. This methodology establishes the variability of the execution environment, the variability of the target system's adaptation strategies in terms of goals and operations, and the interrelationships between them using claims and soft-dependencies. At runtime, RMAS defines four mechanisms: a monitoring of the target system and its operating environment, an analysis of requirements satisfaction in case of change, a diagnosis of the requirements whenever a deviation is detected, and finally a planning of optimal configurations to reconcile the system with its goals.

A prototype has been developed and tested using two cases studies. The result of the evaluation indicates a good expressiveness of the specification and a good performance regarding the execution time and the scalability.

**Keywords:** self-adaptive systems, requirements monitoring, goal modeling, feedback loops, constraints programming, evolution, model-based fault diagnosis, artificial intelligence.