



جامعة محمد الخامس بالرباط  
Université Mohammed V de Rabat

**École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes**  
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT**

**Monsieur Monsef BOUGHROUS**

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique/Sciences de  
l'ingénieur

**Spécialité : Informatique**

**Le Jeudi 7 Mars 2024 à 14h30 au Grand Amphi à l'ENSIAS**

**Intitulé de la thèse**

**A New Probabilistic Predictive Analysis Approach to Enhance  
Resilience and Access Control in Workflow Systems**

**Président :**

Pr. Karim Baïna, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Directeur de thèse :**

Pr. Hanan El Bakkali, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Rapporteurs :**

Pr. Karim Baïna, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Tomader Mazri, PH, ENSA-Kénitra, Université Ibn Tofail, Kénitra

Pr. Hanae Sbai, PH, FST Mohammedia, Université Hassan II, Casablanca

**Examineur :**

Pr. Yassine Sadqi, PH, FP, Université Sultan Moulay Slimane, Béni Mellal



## Résumé:

Les systèmes de gestion des workflows (WfMS) sont devenus des outils essentiels dans les entreprises modernes. Ils facilitent la gestion des workflows, qui sont un ensemble d'activités coordonnées conçues pour rationaliser les opérations commerciales, optimisant ainsi l'utilisation des ressources matérielles et humaines et améliorant l'efficacité globale. Toutefois, parallèlement à ces avantages, l'utilisation des WfMS pose un problème de sécurité critique, notamment en raison des données sensibles manipulées et des tâches critiques qui peuvent être gérées dans le cadre de ces systèmes. Ces préoccupations de sécurité deviennent encore plus importantes dans le cas de workflows inter-organisationnels. Pour garantir une exécution sécurisée des workflows, la mise en place d'une politique de contrôle d'accès tenant compte des contraintes de sécurité (comme la séparation des droits, le moindre privilège, etc.) est indispensable. Toutefois, un contrôle d'accès strict peut engendrer des situations de blocage dans le cas d'indisponibilité du personnel adéquat pour l'exécution d'une tâche critique pour le workflow (par exemple, en cas de maladie, de surcharge de travail ou en raison de contraintes de sécurité). Ce problème connu dans la littérature sous le nom de problème de satisfiabilité du workflow (WSP ou problème de résilience), a attiré l'attention de certains chercheurs qui ont proposé des approches visant à garantir la sécurité et le contrôle d'accès tout en assurant une certaine résilience notamment par le biais du mécanisme de délégation qui permet de prévenir les retards dans le workflow en évitant le report des tâches. Cependant, une mauvaise utilisation de la délégation peut entraîner des violations de la politique de sécurité ou une exécution inefficace des tâches. Il est donc important de veiller à ce que la délégation soit gérée de telle sorte que le délégué ne reçoit que les privilèges nécessaires à l'exécution de la tâche en question et de manière temporaire pour réduire les risques de sécurité. En outre, pour éviter que la délégation ne conduise à une exécution moins efficace des tâches, une attention particulière devrait être accordée au processus du choix du délégué. Dans cette thèse, nous proposons une approche visant la conciliation entre les exigences de sécurité, de flexibilité et d'efficacité dans les WfMS afin de garantir une exécution résiliente. Notre approche est fondée sur le modèle de contrôle d'accès basé sur les rôles (RBAC) et prend en compte les contraintes de sécurité telles que la séparation des tâches et la liaison des tâches. Cette approche est basée sur l'évaluation de la criticité des workflows et des instances de tâches, en tenant compte de la priorité des tâches et de la disponibilité des utilisateurs et ce afin de contourner efficacement le problème de la satisfiabilité des workflows. Par ailleurs, nous avons considéré dans cette thèse le cas des systèmes de workflows inter-organisationnels, et avons proposé une nouvelle approche basée sur une stratégie de planification de l'affectation des organisations aux tâches, tenant compte des spécifications de collaboration et des contraintes de sécurité, pour garantir une exécution appropriée des tâches sans créer de conflits ou de blocage au sein du workflow. Cette approche repose sur le concept de hiérarchisation des tâches, en tenant compte des risques et des contraintes de sécurité associés à chaque tâche. Elle intègre également l'inférence bayésienne pour analyser la disponibilité des organisations collaboratrices pour



chaque tâche, en tenant compte des contraintes de sécurité. En combinant ces inférences avec un cadre décisionnel hybride qui incorpore le processus de l'analyse hiérarchique (AHP) et les méthodes Grey TOPSIS, nous créons un ensemble classé d'organisations potentielles pour chaque tâche. Ce classement facilite la sélection des organisations les mieux adaptées à l'exécution de la tâche, en fonction de leurs contraintes de sécurité respectives. Enfin, les approches développées dans cette thèse ont des implications pratiques dans différents secteurs tels que celui de la santé digitale où assurer la résilience peut s'avérer être une question de vie ou de mort.

### **Mots-clés:**

Contrôle d'accès, Décision Multicritères, Délégation, Inférence bayésienne, Priorité, , Problème de Satisfiabilité de workflow (WSP), Role-Based Access Control (RBAC), Résilience, Système de gestion de workflow, SoD, Workflows inter-organisationnels

### **Abstract:**

Workflow management systems (WfMS) have become essential tools in modern businesses. They facilitate the management of workflows, which are a set of coordinated activities designed to streamline business operations, thereby optimizing the use of material and human resources and improving overall efficiency. However, alongside these benefits, the use of WfMS poses a critical security issue, particularly due to the sensitive data handled and critical tasks that can be managed within these systems. These security concerns become even more important in the case of inter-organizational workflows. To guarantee secure execution of workflows, the implementation of an access control policy considering security constraints (such as separation of rights, least privilege, etc.) is essential. However, strict access control can lead to blocking situations in the event of unavailability of adequate personnel for the execution of a critical task for the workflow (for example, in the case of illness, work overload or due to security constraints). This problem, known in the literature as the workflow satisfiability problem (WSP or resilience problem), has attracted the attention of some researchers who have proposed approaches aimed at guaranteeing security and access control while ensuring a certain resilience in particular through the use of the delegation mechanism which makes it possible to prevent delays in the workflow by avoiding the postponement of tasks. Nevertheless, improper use of delegation can lead to security policy violations or inefficient task execution. It is therefore important to ensure that delegation is managed in such a way that the delegate only receives the necessary privileges to perform the task in question and on a temporary basis to reduce security risks. Furthermore, to prevent delegation from leading to less effective execution of tasks, special attention should be given to the process of choosing the delegate. In this thesis, we propose an approach aimed at reconciling the requirements of security, flexibility and efficiency in WfMS in order to guarantee resilient and secure execution.



Our approach is based on the role-based access control (RBAC) model and considers security constraints such as Separation of Duties (SoD) and Binding of Duties (BoD). This approach is based on the evaluation of the criticality of workflows and task instances, taking into account the priority of the tasks and the availability of users, in order to effectively circumvent the problem of workflow satisfiability. Furthermore, in this thesis we considered the case of inter-organizational workflow systems, and proposed a new approach based on a planning strategy for the assignment of organizations to tasks, considering collaboration specifications and constraints of security, to ensure appropriate execution of tasks without creating conflicts or blockages within the workflow. This approach is based on the concept of prioritization of tasks, taking into account the risks and security constraints associated with each task. It also integrates Bayesian inference to analyze the availability of collaborating organizations for each task, considering security constraints. By combining these inferences with a hybrid decision-making framework that incorporates the Analysis Hierarchy Process (AHP) and Gray TOPSIS methods, we create a ranked set of potential organizations for each task. This ranking facilitates the selection of the best suited organizations to execute the task, based on their respective security constraints. Finally, the approaches developed in this thesis have practical implications in different sectors such as digital health where ensuring resilience may turn out to be a question of life and death.

**Keywords:**

Access control, Bayesian inference, Delegation, Inter-Organizational Workflows, Multi-criteria Decision, Priority, Resilience, Role-Based Access Control (RBAC), Separation of Duties (SoD), Workflow Satisfiability Problem (WSP)