



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 Abdelghani SAOUD**

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

**Le Samedi 15 Juillet 2023 à 9h30 au Grand Amphi à l'ENSIAS**

**Intitulé de la thèse**

**VERS UNE PLATEFORME GÉNÉRIQUE POUR SUPPORTER LA  
COLLABORATION DANS LE TRANSPORT DE FRETS : APPROCHE  
BASÉE SUR LES ARCHITECTURES D'ENTREPRISE**

**Président :**

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

**Directeur de thèse**

Pr. Adil BELLABDAOUI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Rapporteurs :**

Pr. Tarik NAHHAL, PES, Faculté des Sciences Ain Chock, Université Hassan II, Casablanca

Pr. Abdelkrim AMMOUMOU, PES, EST, Université Hassan II, Casablanca

Pr. Hamid HRIMECH, PH, ENSA Berrechid, Université Hassan I, Settat

**Examineur :**

Pr. Hatim HAFIDDI, PH, Institut National des Postes et Télécommunications, Rabat



## Résumé :

Le développement fulgurant de l'e-commerce et la mondialisation ont entraîné une expansion sans précédent du secteur de la logistique de transport. Dans le contexte d'une concurrence acharnée, les fournisseurs de services logistiques (FSL) sont confrontés à des défis majeurs. Ils doivent accroître leur compétitivité en améliorant leur efficacité opérationnelle, leurs services clients, ainsi leur engagement en faveur du développement durable. De plus, les FSL doivent adopter des approches digitales et collaboratives pour rester agile et adaptable. Ainsi, la révolution numérique a joué un rôle primordial pour dématérialiser leurs flux entrants/sortants en intégrant les innovations technologiques d'automatisation, de traçabilité et de partage d'information.

Cette thèse aborde les défis liés à la digitalisation de la collaboration dans le transport routier de marchandises à l'échelle mondiale. Elle propose une plateforme digitale générique qui vise à favoriser la collaboration horizontale dans le transport routier de frets (DCTRF).

Les contributions de la thèse sont organisées autour de deux axes principaux :

Le premier axe propose une architecture de référence pour construire la plateforme DCTRF en utilisant une approche basée sur l'Architecture d'Entreprise. D'abord, nous avons adopté une approche de prise de décision multicritère en groupe qui intègre deux techniques MCDM : AHP et F-TOPSIS, afin de sélectionner le framework AE adapté à notre situation ; le framework Zachman. Ensuite nous avons suivi une méthodologie étape par étape pour définir la plate-forme DCTRF et fournir une taxonomie de la littérature connexe cartographiée sur le schéma de Zachman. Cette approche nous a permis d'avoir une vue holistique des aspects complexes du système polymorphe visé et enfin concevoir une architecture référence sur mesure, basée sur les technologies émergentes telles que le cloud fog, l'IoT et le Big data.

Le deuxième axe se concentre en premier lieu sur la proposition d'un modèle de données de l'architecture DCTRF basé sur un graphe spatio-temporel (GST) implémenté sur la base de données orientée graphe Neo4j. Ce modèle permet d'organiser de manière hiérarchique les données, simplifiant ainsi considérablement le ciblage des informations et l'application des analyses big data. Ensuite, En utilisant ce modèle GST comme référence, nous avons mis en œuvre un système e-marketplace en tant qu'illustration concrète de la plateforme DCTRF. Ce système favorise la collaboration entre les expéditeurs et les transporteurs. Il offre des interfaces pour visualiser et rechercher les opportunités de transport en fonction de critères géographiques et temporels. Le système intègre également un moteur de génération de planning utilisant des algorithmes de parcours de graphe (BFS et DFS) qui fournit une gamme d'options d'analyse et d'optimisation, que ce soit pour des approches mono-objectif ou

multi-objectifs. Cette mise en œuvre montre que notre approche offre une perspective pratique pour compléter tous les aspects de l'architecture DCTRF proposée.

**Mots-clés :** Transport collaboratif de marchandises, plateforme digitale, marché électronique, architecture d'entreprise, cadre Zachman, MCDM, AHP, F-TOPSIS, décision de groupe, modélisation orientée graphe, graphe spatio-temporel, Neo4j, DFS, BFS, optimisation mono et multi-objectif.

**Abstract:**

The meteoric growth of e-commerce and globalization has led to an unprecedented expansion of the transport logistics sector. Against a backdrop of fierce competition, logistics service providers (LSPs) face major challenges. They need to increase their competitiveness by improving operational efficiency, customer service, and their commitment to sustainable development. What's more, LSPs must adopt digital and collaborative approaches to remain agile and adaptable. Thus, the digital revolution has played a key role in dematerializing their incoming/outgoing flows by integrating technological innovations in automation, traceability, and information sharing.

This thesis addresses the challenges of digitizing collaboration in road freight transport on a global scale. It proposes a generic digital platform that aims to foster horizontal collaboration in road freight transport (DCTRF).

The contributions of the thesis are organized around two main axes:

The first axis proposes a reference architecture for building the DCTRF platform using an Enterprise Architecture-based approach. First, we adopted a group-based multi-criteria decision-making approach that integrates two MCDM techniques: AHP and F-TOPSIS, in order to select the AE framework best suited to our situation; the Zachman framework. We then followed a step-by-step methodology to define the DCTRF platform and provide a taxonomy of related literature mapped to the Zachman scheme. This approach enabled us to take a holistic view of the complex aspects of the targeted polymorphic system, and finally design a bespoke reference architecture based on emerging technologies such as cloud fog, IoT, and Big data.

The second axis focuses primarily on proposing a data model for the DCTRF architecture based on a spatio-temporal graph (GST) implemented on the Neo4j graph-oriented database. This model enables data to be organized hierarchically, considerably simplifying the targeting of information and the application of big data analyses. Then, using this GST model as a reference, we implemented an e-marketplace system as a concrete illustration of the DCTRF platform. This system promotes collaboration between shippers and carriers. It provides interfaces for viewing and searching for transportation opportunities according to geographical and temporal criteria. The system also incorporates a planning engine using graph traversal algorithms (BFS and DFS), which provides a range of analysis and optimization options for both single-objective and multi-objective approaches. This



جامعة محمد الخامس بالرباط  
Université Mohammed V de Rabat

implementation shows that our approach offers a practical perspective to complement all aspects of the proposed DCTRF architecture.

**Keywords:** Collaborative freight transport, digital platform, e-marketplace, enterprise architecture, Zachman framework, MCDM, AHP, F-TOPSIS, group decision, graph modeling, spatio-temporal graph, Neo4j, DFS, BFS, mono and multi-objective optimization.