

**Pôle des Etudes Doctorales**  
**Centre des Etudes Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales**

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT**

**Madame ELQABLI Zineb**  
**Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du Doctorat**



**Formation Doctorale : Sciences et Techniques de l'Ingénieur**  
**Discipline : Sciences de l'ingénieur**  
**Spécialité : Génie Industriel, logistique et intelligence artificielle**

**Le 13/12/2025 à 10H00 à la Salle de Visioconférence du Professeur Otman  
FILALI MEKNASSI, Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tanger,  
UAE.**

**Sous le thème**

**Approche multimode de planification : Application aux systèmes complexes**

**Devant le jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
Pr. LYHYAOUI Abdelouahid	ENSA de Tétouan, UAE	Président
Pr. BOUMANE Abderrazak	ENSA de Tanger, UAE	Rapporteur
Pr. SEDQUI Abdelfattah	ENSA de Tanger, UAE	Rapporteur
Pr. ELOUADI Abdelmajid	ENSA de Kénitra, UIT	Rapporteur
Pr. BRITEL Mohammed Réda	ENSA de Tanger, UAE	Examineur
Pr. CHATER Youness	ENSA de Tanger, UAE	Co-Directeur
Pr. KAMACH Oualid	ENSA de Tanger, UAE	Directeur

**Structure de recherche : Laboratoire des Technologies Innovantes (LTI) – ENSA TANGER**

## Résumé

L'environnement industriel actuel, marqué par une concurrence féroce, pousse les entreprises à être de plus en plus soucieuses de bien gérer leurs chaînes de valeur en optant pour des approches agiles et flexibles. En outre, l'évolution rapide des technologies au fil des dernières décennies a conduit à l'accroissement de cette concurrence. Ce qui a également poussé les décideurs industriels à chercher des solutions intelligentes et dynamiques en vue d'accroître la résilience de leur chaîne de valeur face aux perturbations et imprévus.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette thèse qui a pour objectif la conception d'une méthodologie structurée, offrant aux entreprises des solutions pratiques, concrètes, et testées sur plusieurs scénarios industriels, à adopter pour booster leur efficacité et leur compétitivité dans un contexte mondial en constante mutation.

Dans un premier temps, nous avons diagnostiqué le besoin industriel sous-jacent selon une approche méthodologique mixte (quantitative et qualitative) avec triangulation. Cette démarche nous a permis de mieux comprendre les pratiques actuelles de gestion des imprévus dans les entreprises, les limites des solutions existantes, ainsi que les attentes des acteurs industriels. Sur la base de ce cadre industriel, et à la lumière des apports issus du cadre théorique qu'on a soigneusement établi, nous avons pu poser les fondations de notre problématique de recherche.

Par la suite, un Framework a été élaboré visant à répondre à la problématique identifiée, et à générer un impact opérationnel tangible. Un fort consensus autour du potentiel du Framework proposé a été obtenu. Notre proposition s'articule autour de plusieurs livrables clés : D'abord, nous avons développé un modèle intelligent basé sur le jumeau numérique et l'apprentissage par renforcement pour gérer dynamiquement et en temps réel la transition entre les modes de fonctionnement dans un système multimode. Ensuite, pour garantir une transition continue et fluide, nous avons proposé une fonction de compatibilité qui permet d'identifier formellement l'état compatible, permettant ainsi au système de reprendre le travail à partir de l'état d'arrêt du mode précédent. Enfin, nous avons développé un nouveau modèle d'ordonnancement dynamique multimode pour améliorer la résilience des systèmes complexes face aux imprévus, visant à minimiser le makespan, compte tenu de contraintes reflétant les caractéristiques du comportement multimode.

**Mots clés :** Modélisation ; Intelligence Artificielle ; Apprentissage par renforcement ; Jumeau numérique ; Ordonnancement dynamique ; Système multimode ; Systèmes complexes.