



CentraleSupélec

**Ecole Doctorale Interfaces
Université Paris-Saclay**

**Formation doctorale en Ingénierie des Systèmes
Complexes**

***Exploration des Opportunités et des Défis Apportés par l'Industrie 4.0
aux Chaînes d'Approvisionnement Mondiales et à la Macroéconomie en
Intégrant l'Intelligence Artificielle et les Méthodes Traditionnelles***

***Exploration of opportunities and challenges brought by Industry 4.0 to
the global supply chains and the macroeconomy by integrating Artificial
Intelligence and more traditional methods***

par Rongyan ZHOU

Résumé de thèse

Doctorat d'Ingénierie des Systèmes Complexes

Laboratoire Génie Industriel - CentraleSupélec

N° 2021 – .04.

Thèse soutenue le 16 avril 2021 à CentraleSupélec

Devant le jury composé de :

Jean-Fabrice Lebraty

Professeur, Université de Lyon 3

Giacomo Büchi

Professeur, Université de Turin

Fragkiskos D. Malliaros

Assistant Professor, Université Paris-Saclay

Anjali Awasthi

Titre, Affiliation

Julie Stal Le Cardinal

Professeur, Université Paris-Saclay

Jean-Axel Ullern

Expert, Université Paris-Saclay

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Invitée

Directrice de thèse

Co-directeur de thèse

Résumé:

L'industrie 4.0 est un changement important et un défi de taille pour chaque segment industriel. La recherche utilise d'abord l'analyse de la littérature pour trier la littérature et énumérer la direction du développement et l'état d'application de différents domaines, ce qui se consacre à montrer un rôle de premier plan pour la théorie et la pratique de l'industrie 4.0. La recherche explore ensuite la tendance principale de l'offre à plusieurs niveaux dans l'industrie 4.0 en combinant l'apprentissage automatique et les méthodes traditionnelles. Ensuite, la recherche examine la relation entre l'investissement et l'emploi dans l'industrie 4.0 pour examiner la dépendance interrégionale de l'industrie 4.0 afin de présenter un regroupement raisonnable basé sur différents critères et de faire des suggestions et une analyse de la chaîne d'approvisionnement mondiale pour les entreprises et les organisations. De plus, notre système d'analyse jette un coup d'œil sur la macroéconomie. La combinaison du traitement du langage naturel dans l'apprentissage automatique pour classer les sujets de recherche et de la revue de la littérature traditionnelle pour enquêter sur la chaîne d'approvisionnement à plusieurs niveaux améliore considérablement l'objectivité de l'étude et jette une base solide pour des recherches ultérieures. L'utilisation de réseaux et d'économétrie complexes pour analyser la chaîne d'approvisionnement mondiale et les problèmes macroéconomiques enrichit la méthodologie de recherche au niveau macro et politique. Cette recherche fournit des analyses et des références aux chercheurs, aux décideurs et aux entreprises pour leur prise de décision stratégique.

Mots clés :

Nouvelle Révolution Industrielle; Traitement du Langage Naturel (NLP); Chaîne d'Approvisionnement à Plusieurs Niveaux; Réseau Complexe; Réseau Neuronal Graphique (GNN); Données du Panneau

Abstract:

Industry 4.0 is a significant shift and a tremendous challenge for every industrial segment, especially for the manufacturing industry that gave birth to the new industrial revolution. The research first uses literature analysis to sort out the literature, and focuses on the use of “core literature extension method” to enumerate the development direction and application status of different fields, which devotes to showing a leading role for theory and practice of industry 4.0. The research then explores the main trend of multi-tier supply in Industry 4.0 by combining machine learning and traditional methods. Next, the research investigates the relationship of industry 4.0 investment and employment to look into the inter-regional dependence of industry 4.0 so as to present a reasonable clustering based on different criteria and make suggestions and analysis of the global supply chain for enterprises and organizations. Furthermore, our analysis system takes a glance at the macroeconomy. The combination of natural language processing in machine learning to classify research topics and traditional literature review to investigate the multi-tier supply chain significantly improves the study's objectivity and lays a solid foundation for further research. Using complex networks and econometrics to analyze the global supply chain and macroeconomic issues enriches the research methodology at the macro and policy level. This research provides analysis and references to researchers, decision-makers, and companies for their strategic decision-making.

Key words:

New Industrial Revolution; Natural Language Processing (NLP); Multi-tier Supply Chain; Complex Network; Graph Neural Network(GNN); Panel Data

L'Ecole Doctorale Interfaces de l'Université Paris-Saclay

L'Ecole Doctorale **INTERFACES - Approches interdisciplinaires: fondements, applications et innovations** rassemble des équipes dont les sujets de recherche se caractérisent par un positionnement principalement au **croisement de plusieurs disciplines** : la physique, la chimie, la biologie, mais également les mathématiques appliquées ou l'informatique.

L'ED Interfaces est co-opérée par 4 établissements de l'Université Paris-Saclay : Ecole Polytechnique, Université de Versailles - Saint-Quentin, CentraleSupélec, Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées.

Le Laboratoire Génie Industriel

Le Génie Industriel se donne comme **défi scientifique** de "**maîtriser la conception et le management des systèmes complexes**".

- Maîtriser c'est modéliser, simuler, optimiser, dimensionner, spécifier ...
- La conception est traitée en terme de faisabilité, utilité, utilisabilité, opérabilité, maintenabilité
- Le management est vu sous ses aspects performance, création de valeurs, risques, sûreté de fonctionnement, métriques

Les systèmes complexes abordés sont indifféremment des systèmes techniques, organisationnels, opérationnels, informationnels, décisionnels, tactiques, stratégiques

Le Laboratoire s'organise en quatre équipes de recherche :

↪ **Equipe DE : Design Engineering**

↪ **Equipe OM: Operations Management for production and distribution systems of goods and services**

↪ **Equipe SR : Safety & Risks**

↪ **Equipe SE : Sustainable Economy**

Les thèses se font principalement dans l'un des domaines scientifiques relatifs à une équipe, même s'il peut arriver qu'elles se fassent transversalement à ces dernières. C'est la complexité des approches (robust-design, axiomatic-design, approche systémique, recherche opérationnelle, modèles stochastiques, évaluation des performances ...) qui fait la force, la performance et l'originalité du Laboratoire.