

Modélisation et analyse de performances des chaînes logistiques à l'aide d'automates temporisés avec gardes

Jihan Rajeh¹, Said Amari^{1,2}

¹LURPA, ENS Paris Saclay, Université de Saclay, France
jihene.rajah@enis.tn

²Université de Sorbonne Paris Nord, France
SAID.AMARI@lurpa.ens-cachan.fr

Mots-clés : *Chaînes logistiques, Systèmes à Événements Discrets, Automates Temporisés avec Gardes, Algèbre des Dioïdes.*

1 Introduction

La conception d'une chaîne d'approvisionnement (supply chain ; SC) est difficile en raison de l'incertitude des tâches. Diverses recherches ont été menées pour traiter les réseaux logistiques afin d'assurer ces performances industrielles [1].

Dans cette étude, les chaînes logistiques sont considérées comme des Systèmes à Événements Discrets Temporisés (SEDTs). En effet, plusieurs travaux ont été réalisés pour modéliser ces chaînes avec diverses méthodes comme celle des auteurs de [2]. Ils ont développé un nouveau modèle de la chaîne logistique avec une classe de réseaux de Petri déterministes et stochastiques. Récemment, une technique de modélisation basée sur les réseaux de Petri colorés temporisés et l'algèbre linéaire Max-Plus a été proposée dans [3]. La plupart des approches de la littérature se concentre principalement sur les SC où les durées des opérations sont fixes. Cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée dans le contexte des applications réelles.

L'objectif de cette étude est alors de considérer cette incertitude sur l'exécution des tâches. À cet effet, une classe de SEDs incertains, appelée automates temporisés avec gardes (ATGs), est choisie. Une évaluation analytique des performances temporelles en utilisant l'algèbre Max-Plus est présentée.

2 Préliminaires

2.1 Algèbre des Dioïdes

L'algèbre Max-Plus est un formalisme mathématique qui permet une modélisation linéaire de certains SEDs qui auraient une représentation non linéaire s'ils étaient décrits par des équations dans l'algèbre conventionnelle n particulier, les SEDs impliquent les phénomènes de synchronisation et de parallélisme.

2.2 Automate temporisés avec gardes

Un automate temporisé avec gardes désignées par G est un 6-uplet $G = (Q, \Sigma, Q_0, Q_m, Tra, C)$ avec : Q est l'ensemble des états, $Q_0 \subset Q$ est l'ensemble des états initiaux, $Q_m \subset Q$ est l'ensemble

des états finaux (ou marqués), Σ est un ensemble fini d'événements, Tra est l'ensemble des transitions temporelles de l'automate et C est l'ensemble des horloges.

3 Méthodologies envisagées

La méthode consiste à modéliser des chaînes logistiques à l'aide de l'utilisation combinée des ATGs et les formalismes Max-Plus. Ils prennent l'incertitude d'occurrence d'événements et de perturbation de grande ampleur car ils sont associés aux transitions sous forme d'intervalle de temps. Après, l'approche proposée de modélisation et analyse des performances est décrite sous forme d'un procédé algorithmique explicite. Ceci est illustré dans la Figure 1.

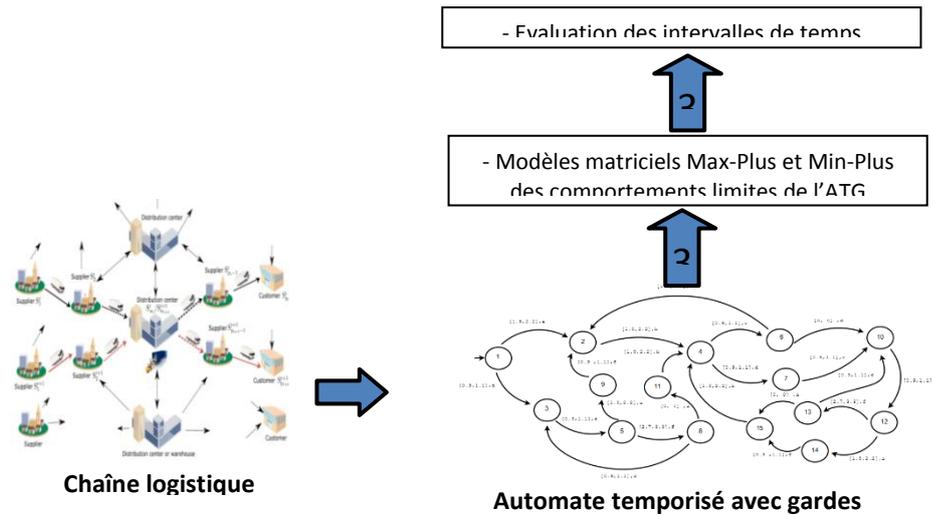


FIG. 1 – Démarche suivie

4 Conclusion et perspectives

Nous nous sommes intéressés à la modélisation et l'évaluation de performances temporelles des chaînes logistiques en combinant les outils formels des systèmes à événements discrets. Nous avons établi un modèle graphique de la chaîne logistique en utilisant les automates temporisés avec gardes (ATGs), où l'incertitude des opérations est représentée par des intervalles de temps. Ensuite, nous avons proposé une démarche d'évaluation analytique des délais d'acheminement ou de séquence des événements dans le modèle ATGs de la chaîne en utilisant l'algèbre dioïde. Des recherches ultérieures pourraient introduire des modèles plus complexes de chaînes d'approvisionnement distribuées.

5 Références

[1] Ezutah Udony Ologu and K Yew Wong. Supply chain performance evaluation: trends and challenges. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(1), 2009.

[2] Haoxun Chen, L Amodeo, F Chu, and Karim Labadi. Modeling and Performance Evaluation of Supply Chains Using Batch Deterministic and Stochastic Petri Nets. *IEEE Transactions and Automation Science and Engineering*, 2(2) : 132–144, 2005.

[3] Yassine Idel Mahjoub, EH Chakir El-Alaoui, and Ahmed Nait-Sidi-Moh. Logistic network modeling and optimization: An approach based on $(\max,+)$ algebra and colored Petri nets. *Computers & Industrial Engineering*, 158 : 107341, 2021.