

# Sujet de Master 2 Recherche : Systèmes Dynamiques et Signaux 2019 - 2020

---

**LABORATOIRE ET ÉQUIPE** : LARIS - *Systèmes Dynamiques et Optimisation*

**ENCADREMENT** : M. Lhommeau

**TITRE** : *Filtrage particulière pour les systèmes max-plus linéaires*

---

La théorie des systèmes à événements discrets s'est constituée ces dernières années à partir de l'étude des systèmes de production, réseaux de transports, systèmes informatiques... Elle s'intéresse à des problèmes d'évaluation de performance (calcul de taux de production, de débit), à des questions de vérification et de synthèse de commande (nécessité de satisfaire certaines contraintes logiques, comme l'absence de blocage, ou l'exclusion mutuelle), ainsi qu'à des problèmes d'optimisation (ex : nombre optimal de processeurs ou de machines pour réaliser une tâche donnée).

Ces systèmes ont pour points communs la présence de phénomènes de synchronisation, de saturation ou de concurrence liés à l'occurrence d'événements (arrivée d'un client, interruption d'une tâche, ...). Ces phénomènes sont difficilement appréhendables avec les outils familiers de l'automaticien (équations différentielles, équations récurrentes, ...). Lors de ce stage, on s'intéressera à une sous-classe de Systèmes à événements Discrets modélisable par des graphes d'événements temporisés (sous-classe des réseaux de Petri). Cette classe a le mérite d'admettre une représentation linéaire à condition de se placer dans une nouvelle algèbre, à savoir le dioïde (ou demi-anneau idempotent)  $(\mathbb{R} \cup \{-\infty\}, \max, +)$ , communément appelé algèbre  $(\max, +)$ , structure dans laquelle  $2 \oplus 1 = 2$  ( $= \max(2, 1)$ ) et  $1 \otimes 1 = 2$  ( $= 1 + 1$ ). Modulo ce changement d'algèbre, toutes les notions de l'Automatique classique s'étendent : représentation d'état, représentation entrée-sortie, séries de transfert...

L'objectif de ce master sera de proposer un algorithme de filtrage particulière en s'appuyant sur la théorie des polyèdres max-plus[1],[2],[3]. L'idée générale du filtrage est d'établir une "meilleure estimation" de la valeur réelle de l'état du système à partir d'un ensemble, généralement incomplet et potentiellement bruité, d'observations.

L'industrie d'aujourd'hui tend à connecter entre eux l'ensemble des moyens de production et de permettre leur interaction en temps réel. L'usine 4.0 rend possible la communication entre tous les différents acteurs et les objets connectés au sein d'une ligne de production grâce aux technologies de Cloud, de Big Data, de Machine Learning, de l'Internet Industriel des Objets. Le développement d'algorithmes de filtrage pour les systèmes max-plus et l'exploitation des données issues de ces objets intelligents peut nous permettre le développement de systèmes de production avec des capacités d'auto diagnostic ainsi qu'avec une plus grande réactivité et personnalisation de la production. En fonction de l'avancement des travaux, il serait intéressant de combiner le filtrage à des méthodes de machine learning [4] avec l'objectif de mettre au point des méthodes de diagnostic pour les systèmes max-plus linéaires.

## Références

- [1] X. Allamigeon, S. Gaubert, and É. Goubault. The tropical double description method. In *Proceedings of the 27th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS'2010, March 4-6, Nancy, France)*. Leibniz Center in Informatics, 2010.
- [2] X. Allamigeon, S. Gaubert, and E. Goubault. Computing the vertices of tropical polyhedra using directed hypergraphs. *Discrete Comp. Geom.*, 49(2) :247–279, 2013.
- [3] X. Allamigeon, S. Gaubert, and R. Katz. The number of extreme points of tropical polyhedra. *J. Comb. Theory Series A*, 118(1) :162–189, 2011.
- [4] Indrasis Chakraborty, Rudrasis Chakraborty, and Draguna Vrabie. Generative adversarial network based autoencoder : Application to fault detection problem for closed loop dynamical systems. *CoRR*, abs/1804.05320, 2018.