

## SUJET DE THESE G-SCOP 2023

**Titre de la thèse :** *Couplage de la simulation et de l'apprentissage automatique pour l'aide à la décision dans les chaînes logistiques*

**Directeur(s) de thèse :** Gülgün Alpan  
**Co-encadrante :** Siao-Leu Phouratsamay

**Ecole doctorale :** IMEP2

**Date de début (souhaitée) :** 01/09/2023

**Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels :** Cette thèse sera financée par MIAI, la chaire Industrie 4.0 «AI for data-driven and reconfigurable supply chains») (<https://miai.univ-grenoble-alpes.fr/research/chairs/industry-4-0/ai-for-data-driven-and-self-configurable-supply-chains-851234.kjsp?RH=6499588038450843>)

### **Description du sujet :**

La simulation et l'apprentissage automatique sont deux outils d'aide à la décision couramment utilisés de manière indépendante pour l'analyse prédictive. Chacune de ces méthodes comporte des avantages et des inconvénients, mais elles sont aussi très complémentaires.

Les modèles de simulation s'appuient sur une connaissance fine des processus métiers. Ceci permet d'observer et comprendre des effets de causalités entre les événements et offre un aperçu des leviers par lesquels le système peut être contrôlé. Cette capacité d'identifier des causalités offre à l'utilisateur de la transparence et la possibilité d'expliquer les réponses qu'elle apporte. L'un des avantages de la simulation est qu'elle ne nécessite pas beaucoup de données en entrée (comparé à l'apprentissage automatique) pour prédire un état futur du système qu'elle modélise. Elle peut donc être appliquée sur des cas où la quantité de données est faible. Cependant, la construction et l'exploitation des modèles de simulation sont très gourmandes en temps. Bien que la quantité de données soit faible, les modèles nécessitent de tester de nombreux scénarios afin de capturer le plus d'informations pertinentes possibles sur le système. Un problème majeur est la définition des scénarios « les plus intéressants » à tester pour faire des analyses. Aujourd'hui, dans la plupart des industries, ces scénarios sont définis sur la base du jugement et de l'expertise des professionnels, et n'incluent certainement pas tous les scénarios potentiellement prometteurs. Les techniques de l'apprentissage automatique peuvent dans ce contexte aider à identifier les bases de scénario potentiellement prometteurs pour plus d'efficacité [1, 2].

Contrairement à la simulation, l'apprentissage automatique est centré sur les données. Il est capable d'apprendre et de prédire des données futures en utilisant uniquement des informations sur ce qui s'est déjà produit ou est en train de se produire. La qualité des données utilisées est alors critique : si les données comportent des erreurs ou des biais, ou si elles ne sont pas représentatives des données futures, ou sont incomplètes, la fiabilité des prédictions offertes par l'algorithme d'apprentissage en souffre. Par ailleurs, l'apprentissage automatique peut être vu comme une boîte noire. Il apporte une analyse prédictive mais offre peu d'explications sur la façon dont l'algorithme d'apprentissage est arrivé à ses conclusions. La simulation peut alors être utilisée, par exemple, pour valider les préconisations faites par l'apprentissage et expliciter les

résultats. Elle peut aussi être utile pour générer les données manquantes d'une base de données pour réduire des biais potentiels (e.g. pour des événements rares).

Dans cette thèse nous explorerons le couplage de ces deux approches pour aboutir à des outils d'aide à la décision prédictive dans le cadre des applications industrielles, notamment pour la conception et la gestion des chaînes logistiques.

**Les missions principales :**

- Un état de l'art sur la simulation et les algorithmes d'apprentissage automatique est attendu. Cet état de l'art devrait permettre d'énumérer les caractéristiques complémentaires de ces deux approches.
- Conception et implémentation de modèles et d'algorithmes
- Conception et mise en oeuvre d'études expérimentales sur des données académiques et d'un système réel (ou réaliste). Ce dernier nécessite la co-construction d'un cas d'usage, soit avec les partenaires industriels de la chaire ou bien la construction d'un cas réaliste sur la plateforme Operations Management du S.Mart.
- Analyse des performances des approches couplées et des limites des méthodes proposées.

**Profil et compétences recherchées :**

Titulaire d'un diplôme de master / d'ingénieur en génie industriel ou informatique, avec des connaissances sur les systèmes de production/supply chain et des compétences de base en programmation, analyse de données et simulation à événements discrets.

Le/la candidat(e) peut avoir des bases en machine learning (ou est ouvert(e) à apprendre ces techniques).

Les aptitudes personnelles souhaitées : dynamique, rigoureux, autonome et transversal, capacité de synthèse, anglais courant

**Contact(s):**

Gülgün Alpan ([gulgun.alpan@grenoble-inp.fr](mailto:gulgun.alpan@grenoble-inp.fr))

Siao Leu Phouratsamay ([siao.phouratsamay@grenoble-inp.fr](mailto:siao.phouratsamay@grenoble-inp.fr))