

## Sujet de stage de Master M2

Modélisation des processus de Transformation combinant Ontologie et Modèles Relationnels probabilistes. Application à la production d'emballages alimentaires

Contacts: [cristina.manfredotti@agroparistech.fr](mailto:cristina.manfredotti@agroparistech.fr), [patrice.buche@inra.fr](mailto:patrice.buche@inra.fr),  
[melanie.munch@agroparistech.fr](mailto:melanie.munch@agroparistech.fr)

Pour réduire l'impact environnemental et sanitaire de la pollution de la planète par les emballages alimentaires plastiques pétro-sourcés, une nouvelle génération d'emballages biodégradables et bio-sourcés est en cours de conception. Des procédés innovants de fabrication de matériaux composites à base de polymères et de fibres valorisant des déchets urbains (branches, feuilles, herbes), de l'agriculture (sarments de vigne, ...) et de l'agroalimentaire (petit-lait, grignon d'olives, ...) sont actuellement en cours d'élaboration dans le cadre de projets européens (H2020 NOAW et GloPack). Dans ce contexte, une étude des relations de causalité entre variables du procédé (par exemple la taille des particules des fibres) et les caractéristiques fonctionnelles (par exemple la résistance aux déformations, la perméabilité à l'eau, ...) des matériaux élaborés s'avère nécessaire pour optimiser le procédé. A cette fin, il faut s'appuyer sur des outils de modélisation permettant de rendre compte de tous les aspects et de tous les points de vue.

En particulier, le formalisme des ontologies permet de formaliser et de structurer le vocabulaire d'un ou plusieurs domaines de connaissances en définissant une organisation hiérarchique et structurée de concepts et de propriétés existant entre ces concepts, et en spécifiant des règles et des axiomes exprimant des contraintes de cohérence et des moyens d'inférence. Cependant, si la construction et l'utilisation d'ontologies commencent à être bien maîtrisées, la modélisation des emballages alimentaires et de processus de transformation des déchets urbains demande que l'on puisse raisonner en prenant en compte l'incertitude caractérisant les concepts représentés dans les ontologies.

L'objectif de ce stage est de combiner l'ontologie PO<sup>2</sup> (Process and Observation Ontology), qui propose une modélisation des processus de transformation, avec des modèles relationnels probabilistes, afin de raisonner malgré l'incertitude du domaine étudié. Les modèles relationnels probabilistes étendent les réseaux bayésiens au domaine relationnel. Ils permettent de raisonner dans un contexte d'incertitude sur des domaines complexes et structurés. L'apprentissage des modèles relationnels probabilistes est un problème complexe. Des méthodes d'apprentissage des modèles relationnels probabilistes en s'appuyant sur une ontologie ont déjà été proposées dans notre équipe de recherche. Le but de ce stage est d'étudier les méthodes déjà proposées et de les adapter à cette nouvelle application dont le but est d'aider les utilisateurs à mieux choisir la juste combinaison de polymères et de fibres valorisant les déchets urbains.

La combinaison de l'ontologie avec les modèles relationnels probabilistes permettra, par exemple, de prédire le résultat de certaines opérations, trouver la meilleure séquence d'opérations respectant certaines contraintes, choisir la juste granularité des déchets utilisés et la juste quantité de polymère à utiliser. Les étapes du travail à faire pendant ce stage sont les suivantes:

1. Etudier les méthodes d'apprentissage pour les modèles relationnels probabilistes à partir d'une ontologie proposé par l'équipe ;
2. Adapter les méthodes proposé au nouveau domaine d'application ;
3. Proposer des algorithmes d'inférence pour l'aide à la décision.

### Bibliographie

1. M. Munch, J. Dibie, P.-H. Wuillemin, C. Manfredotti (2019). Towards Interactive Causal Relation Discovery Driven by an Ontology. FLAIRS Conference 2019: 504-508
2. L. Ibanescu, J. Dibie, S. Dervaux, E. Guichard, J. Raad (2016). PO<sup>2</sup> - A Process and Observation Ontology in Food Science. Application to Dairy Gels. Proceedings of 10th International Conference on Metadata and Semantics Research Conference, MTSR 2016, To appear, Göttingen, Germany, November 2016.
3. Nir Friedman, Lise Getoor, Daphne Koller, Avi Pfeffer: Learning Probabilistic Relational Models. IJCAI 1999: 1300-1309

Durée du stage 6 mois, stage rémunéré (environ 500euros) - Lieu : AgroparisTech, Paris