

SUJET DE THESE G-SCOP 2020

Titre de la thèse : Usine urbaine polyvalente – Caractérisation et circularité

Directeur(s) de thèse : Damien Evrard - Peggy Zwolinski

Ecole doctorale : IMEP2

Date de début (souhaitée) : Septembre 2020

Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels : Demande d'allocation de recherche

Description du sujet : La production industrielle européenne s'est centralisée en de grandes installations éloignées des lieux de consommation. Cette délocalisation s'explique par la recherche d'économies d'échelle et l'évitement des problèmes de nuisances liées à certaines activités, à une époque où les technologies propres qui existent aujourd'hui n'étaient pas disponibles. Cela a également mené à une hyper-spécialisation des usines, avec la nécessité de larges productions d'une même catégorie de produits, à un endroit donné. Toutefois, l'essor des techniques liés à l'industrie 4.0 remet en question ce modèle.

L'éloignement des activités industrielles met aussi l'accent sur les problèmes de recrutement actuels et prévus d'une main-d'œuvre qualifiée en vue de faire fonctionner ces nouveaux modèles industriels. Plusieurs tentatives existent pour étudier les possibles implantations d'usines urbaines et leurs potentiels impacts négatifs et positifs via des modèles informatiques qui peuvent être inspirés de systèmes existants variés, selon des modèles multi-critères basés sur des données quantitatives ou qualitatives. Néanmoins, tous les travaux trouvés à l'heure actuelle portent uniquement sur des usines ne produisant qu'un type de produit (asphalte, brasseries, ou montures de lunettes). Or, les possibilités offertes par les techniques de fabrication additives et celles issues de l'Industrie 4.0 (notamment la personnalisation de masse) devraient permettre de développer des sites de production urbains polyvalents qui seraient capables de concevoir et fabriquer une multitude de produits différents, à même de satisfaire une multitude de besoins, tout en s'approvisionnant dans un périmètre optimisé et en renforçant la résilience des territoires. C'est sur cette question de la caractérisation des modèles potentiels d'usine urbaine polyvalente que porte ce sujet de thèse. Ce travail sera réalisé en conservant une orientation vers la soutenabilité et en s'inscrivant dans des modèles d'approvisionnement et de production circulaires. En particulier, la caractérisation des produits pouvant être fabriqués « urbainement » et la caractérisation de l'« usine » multi-produits sont les attendus principaux de cette thèse.

Le déroulement de la thèse se fera en quatre phases. La première phase consistera à analyser la littérature et les sources de données existantes relatives à la notion d'usine urbaine et aux paramètres caractéristiques d'un modèle industriel (technique, économique, réglementaire, etc.). Cette partie s'axera aussi sur les méthodes de collecte et de traitement de données, les méthodes d'échantillonnage et leurs incertitudes, ainsi que les méthodes de modélisation et d'aide à la décision multi-critères qui ont pu déjà être appliquées dans d'autres contextes. Une partie de ce travail portera sur l'agrégation des données disponibles dans les bases de données ouvertes (en particulier les données françaises centralisées sur data.gouv.fr) afin de contextualiser les informations géographiques, économiques et environnementales d'un territoire donné. Quelle que soit l'origine des données, leur qualité et leur représentativité seront étudiées afin de vérifier leur pertinence. Celles-ci concerneront également : les caractéristiques des secteurs industriels, la nature des produits étudiés et les filières logistiques relatives aux sujets d'étude. Dans un second temps, ces données seront analysées via des outils de data analytics et d'intelligence artificielle qui permettront d'identifier les produits et secteurs-clés les plus pertinents par rapport aux contextes d'implantation et aux besoins d'un territoire donné. Les pistes qui seront explorées tiendront à l'utilisation de modèles basés sur les flux et l'analyse du cycle de vie, ainsi que sur les langages de formalisation de l'information du type de l'UML qui pourront servir de briques méthodologiques permettant d'intégrer et d'optimiser un modèle d'usine urbaine polyvalente. Après que les paramètres-clés et leur articulation dans le modèle auront été établis, la sensibilité et la robustesse de ce modèle seront étudiées afin de l'ajuster et d'identifier quels seront les cas limites à son applicabilité. Des tests réalisés à l'aide de données réelles pourront être employés, en utilisant les cas d'étude existants et les données issues de projets en cours.

Le modèle obtenu sera finalement développé sous la forme d'un outil d'aide à la décision permettant d'identifier les paramètres-clés à prendre en compte dans un scénario de conception d'une usine urbaine. Un système d'information sera donc nécessaire pour, d'une part, saisir les données d'entrée pertinentes et, d'autre part, obtenir une réponse de l'outil compréhensible par un acteur du projet et qui soit utile à la modification du projet.

Profil recherché : Ingénieur généraliste ou en Génie industriel, avec des compétences en analyse de données et modélisation des systèmes. Des compétences en MFA ou ACV sont un plus. Un fort intérêt pour la soutenabilité et l'économie circulaire est indispensable.

Candidature à envoyer **avant le 31 mai 2020**.

Contact(s) :

- **Damien Evrard** : damien.evrard@univ-grenoble-alpes.fr +33 (0)4 574 744
- **Peggy Zwolinsk i** : peggy.zwolinski@grenoble-inp.fr +33 (0)4 76 82 52 74

ENGLISH VERSION (Please provide the English version as well, for the web site)

Title: Multipurpose urban factory – characterisation and circularity

Brief Description: European industrial production has been centralised in large installations located far from the places of consumption. This relocation is explained by the search for economies of scale and the avoidance of nuisance problems associated with certain activities, at a time when the clean technologies that exist today were not available. It has also led to a hyper-specialisation of factories, with the need for large volumes of the same category of products in a given location. However, the rise of Industry 4.0 technologies is challenging this model.

The remoteness of industrial activities also emphasizes current and projected problems in recruiting a skilled workforce to operate these new industrial models. Several attempts have been made to study possible urban plant locations and their potential negative and positive impacts through computer models that can be inspired by various existing systems, according to multi-criteria models based on quantitative or qualitative data. Nevertheless, all the current researches found only concerns plants producing only one type of product (asphalt, breweries, or spectacle frames). However, the possibilities offered by additive manufacturing techniques and those from Industry 4.0 (particularly mass customisation) should make it possible to develop multi-purpose urban production sites that would therefore be capable of designing and manufacturing a multitude of different products capable of satisfying a multitude of needs, while sourcing within an optimised perimeter and strengthening the local resilience. It is on this question of the characterization of potential models of urban multi-purpose factory that this thesis topic focuses, while maintaining an orientation towards sustainability and fitting into circular supply and production models. In particular, the characterization of products that can be 'urban' manufactured and of the multi-product 'factory' are the main expectations of the thesis.

The thesis will be carried out in four phases. The first phase will consist in researching the literature and existing data sources relating to the notion of urban factory and on the characteristic parameters of an industrial model (technical, economic, regulatory, etc.). This part will also focus on data collection and processing methods, sampling methods and their uncertainties, as well as modelling and multi-criteria decision-support methods that may already have been applied in other contexts. Part of this work will focus on the aggregation of data available in open databases (in particular French data centralized on data.gouv.fr) in order to contextualize the geographic, economic and environmental information of a given territory. Whatever the origin of the data, their quality and representativeness will be studied in order to verify their relevance. These will also concern: the characteristics of the industrial sectors, the nature of the products studied and the logistics sectors relating to the subjects of study.

In a second step, these data will be analysed using data analytics and artificial intelligence tools that will enable the identification of the most relevant key products and sectors in relation to the location contexts and needs of a given territory. The avenues that will be explored will involve the use of models based on flows and life cycle analysis, as well as information formalization languages such as UML, which can be used as methodological building blocks for integrating and optimizing a model of a multipurpose urban factory. Once the key parameters and their articulation in the model have been established, its sensitivity and robustness will be studied in order to adjust it and identify the

borderline cases for its applicability. Tests with real data can be used, using existing case studies and data from ongoing projects. The resulting model will eventually be developed as a decision support tool to identify the key parameters to be considered in an urban plant design scenario. An information system will therefore be required to capture the relevant input data and to obtain a humanly understandable response from the tool that is useful for project modification.

Skills required: General or Industrial Engineering Engineer, with skills in data analytics and systems modeling. Skills in MFA or LCA are a plus. A strong interest in sustainability and circular economy is essential.

Application to send **before May 31st 2020.**