

2 ans de Post-doc Projet IsoBIM : 01/09/2021– 30/08/2023

« Mise en œuvre d'un processus LPS : état de l'art et développement de modèles d'ordonnancement interactifs sous contraintes associés à la simulation 4D »

Contexte : Le projet ISOBIM (Proposition d'un processus collaboratif pour la rénovation par ISolation extérieure basé sur les paradigmes Lean et BIM) se propose d'apporter une réponse originale aux développements des activités de la rénovation énergétique et à l'accompagnement des TPE-PME du secteur de la construction bois dans leur transition digitale et l'amélioration de leur productivité. La proposition ISOBIM est innovante, d'une part, par le fait qu'elle cherche à couvrir tout le processus de rénovation de l'identification de la solution constructive, en passant par l'élaboration des modèles de configuration et de calepinage, jusqu'à l'élaboration des modèles de planification et suivi des projets de construction. Et, d'autre part, par son approche holistique et anthropocentrée qui s'inscrit dans une démarche de rupture par rapport aux recherches scientifiques dans le domaine du contrôle et de pilotage des systèmes industriels/bâtiments. Ce post-doc se focalisera sur le sous processus de planification et d'ordonnancement des activités de chantiers de construction.

La grande taille des panneaux (pouvant aller de quelques m² à plus de 30 m²) ainsi que leur masse (qui va de 50 kg à quelques tonnes) posent des problèmes de planification et ordonnancement à capacité finie de ressources critiques de types grues, zones de stockage ou moyens de transport pour le levage de ces panneaux. Ainsi le problème de planification et d'ordonnancement des activités de rénovation sur un chantier peut être vu comme un problème classique d'ordonnancement de projet sous contrainte de ressources (Resource Constrained Project Scheduling Problem – RCPSP) qui consiste à minimiser la durée d'un projet en satisfaisant des contraintes de précédence et de disponibilités des ressources. Cependant, dans le contexte particulier de la rénovation, les activités sont soumises à de multiples perturbations qui peuvent dégrader les performances du projet : durées des tâches mal estimées, indisponibilité des ressources non prévues, conditions météorologiques, etc [1], [2]. Deux voies peuvent être explorées : une réponse à ces incertitudes par (i) l'établissement d'un plan robuste ou par (ii) un re-séquencement dynamique basé sur les contraintes réelles du chantier. Compte-tenu de l'approche holistique et anthropocentrée défendue dans ce projet, la piste que nous souhaitons explorer est l'utilisation du LPS (Last Planner System en tant que processus de planification reposant sur l'animation de quatre différents plannings)

Objectif et verrous : La mise en place d'un LPS implique donc de concevoir un modèle en plusieurs plans, chaque plan étant le lieu d'un ensemble de décisions de périodicités et d'horizons spécifiques. Cette étape est cruciale car une précision temporelle et une fréquence de replanification inadéquates peuvent conduire à une désynchronisation des différents plannings. En outre, la structuration des plans, l'identification des contraintes et leur modélisation ainsi que la mise en place des indicateurs de performance pour la mesure de la fiabilité des plannings ne sont pas triviales. De plus, elles ne reposent souvent que sur des pratiques métier et des savoir-faire des planificateurs (c'est ce qui constitue un des freins d'adoption du LPS) [3]. **Un premier objectif sera, sur la base d'une étude de littérature poussée, de proposer un guide méthodologique pour la mise en place du LPS, en particulier, pour les chantiers cibles de ISOBIM.** Par ailleurs, depuis plusieurs années, les recherches sur les structures de planification hiérarchisées [4], [5] ont montré l'importance du principe de la désagrégation des décisions d'un niveau

à un autre. Une mauvaise coordination d'objectifs de planification ou de propagation des contraintes entre niveaux conduira également à une désynchronisation des plannings et par conséquent une planification moins performante. L'étude de la littérature sur le LPS montre qu'aucun lien explicite entre les niveaux inférieurs du plan et niveau supérieur n'est formalisé.

Pour garder le principe d'autonomisation du LPS tout en guidant les acteurs du chantier dans leurs prises de décision, une première piste sera de développer des modèles d'optimisation interactifs sous contraintes à chaque niveau et de les coupler avec des outils de simulation BIM4D pour valider les décisions du niveau en question et leurs impacts sur les plannings des niveaux supérieurs. Dans ce contexte, associer le BIM et les méthodes de planification est un défi important [6]. **Le développement de ces modèles d'optimisation et la définition et spécification des modèles de simulation constitueront le deuxième et principal objectif de cette partie.**

Références :

- [1] O. Lambrechts, E. Demeulemeester, et W. Herroelen, « Proactive and reactive strategies for resource-constrained project scheduling with uncertain resource availabilities », *J. Sched.*, vol. 11, p. 121-136, 2008. [2] K. N. McKay, F. R. Safayeni, et J. A. Buzacott, « A review of hierarchical production planning and its applicability for modern manufacturing », *Prod. Plan. Control*, vol. 6, no 5, p. 384-394, 1995
- [3] A. Tezel, M. Taggart, L. Koskela, P. Tzortzopoulos, J. Hanahoe, et M. Kelly, « Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: A systematic literature review », *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 47, no 2, p. 186-201, 2020.
- [3] G. Xue et O. F. Offodile, « Integrated optimization of dynamic cell formation and hierarchical production planning problems », *Comput. Ind. Eng.*, 2020.
- [5] P. Tzortzopoulos, L. Ma, J. Soliman Junior, et L. Koskela, « Evaluating Social Housing Retrofit Options to Support Clients' Decision Making—SIMPLER BIM Protocol », 2019.
- [6] R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, et P. Teicholz, *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. John Wiley & Sons, 2018

Profil recherché :

- Docteur en génie civil ou génie industriel avec une expérience et des connaissances du métier de la construction
- Des compétences dans la modélisation BIM et les outils numériques associés et des méthodes d'optimisation de la planification et d'ordonnancement.
- Des connaissances des pratiques Lean serait un plus
- Capacité de travail en équipe

Rémunération : Selon le profil

Démarrage envisagé : Septembre 2021

Contact :

Prof. Hind BRIL EL HAOUZI

hind.el-haouzi@univ-lorraine.fr

IsoBIM 2-year postdoctoral researcher: 09/01/2021– 08/30/2023

Last Planner System process implementation: state of the art and development of interactive scheduling models under constraints associated with 4D simulation.

The ISOBIM ANR project (Proposal for a collaborative process for retrofitting by external Insulation based on Lean and BIM paradigms) aims to provide an original response to the development of energy renovation activities. At the same time, it seeks to help SMEs in the wood construction trade to achieve digital transition and to improve their productivity. The ISOBIM proposal is innovative. On the one hand, because it seeks to cover the entire renovation process from the identification of the constructive solution, through the elaboration of configuration and layout models, to the elaboration of planning models and monitoring of construction projects. And, on the other hand, because of its holistic and anthropocentric approach, which is part of a break with scientific research in the field of control and management of industrial/building systems. This study will focus on the sub-process of planning and scheduling of construction site activities.

The large size of the panels (from a few m² to more than 30 m²) as well as their mass (from 50 kg to a few tons) lead to problems of planning and scheduling activities at finite capacity of critical resources such as cranes, storage areas or means of transport for the lifting of these panels. Thus, the problem of planning and scheduling renovation activities on a building site can be seen as a classic Resource Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) which consists in minimizing the duration of a project by satisfying constraints of precedence and availability of resources. However, in the context of renovation, activities are subject to multiple disruptions that can degrade project performance: poorly estimated task durations, unavailability of unplanned resources, weather conditions, etc [1], [2]. Two directions can be explored: a response to these uncertainties by (i) the establishment of a robust plan or by (ii) a dynamic re-sequencing based on the real constraints of the construction site. Considering the holistic and anthropocentric approach defended in this project, the path that we wish to explore is the use of the Last Planner System as a planning process based on the animation of four different schedules.

Objective and challenges: The implementation of an LPS therefore implies the design of a model in several plans, each plan being the place for a set of decisions of specific periodicities and horizons. This step is crucial because inadequate temporal horizon and frequency of rescheduling can lead to a desynchronization of the different schedules. In addition, the plans structuration, the constraints identification, and their modeling as well as the implementation of performance indicators for measuring the reliability of the schedules are not trivial. Moreover, they are often only based on business practices and planners' know-how (which is one of the barriers to the adoption of LPS) [3].

A first objective will be, based on a depth literature study, to propose a formalization of these good practices and a methodological guideline for the implementation of the LPS for ISOBIM's target projects. Moreover, for several years, research on hierarchical planning structures [4], [5] has shown the importance of the principle of disaggregating decisions from one level to another. A poor coordination of planning objectives or the propagation of constraints

between levels will also lead to a desynchronization of schedules and consequently a less efficient planning. The study of the literature on LPS shows that no explicit link between the lower levels of the plan and the higher level is formalized. To keep the principle of LPS autonomy while guiding the actors of the construction site in their decision making. A first track will be to develop interactive optimization models under constraints at each level and to couple them with BIM4D simulation tools to validate the decisions of the level in question and their impacts on the schedules of the higher levels. In this context, combining BIM and planning methods is an important challenge [6]. The development of these optimization models and the definition and specification of the simulation models will be the second and main objective of this thesis.

Bibliography:

- [1] O. Lambrechts, E. Demeulemeester, et W. Herroelen, « Proactive and reactive strategies for resource-constrained project scheduling with uncertain resource availabilities », *J. Sched.*, vol. 11, p. 121-136, 2008. [2] K. N. McKay, F. R. Safayeni, et J. A. Buzacott, « A review of hierarchical production planning and its applicability for modern manufacturing », *Prod. Plan. Control*, vol. 6, no 5, p. 384-394, 1995
- [3] A. Tezel, M. Taggart, L. Koskela, P. Tzortzopoulos, J. Hanahoe, et M. Kelly, « Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: A systematic literature review », *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 47, no 2, p. 186-201, 2020.
- [3] G. Xue et O. F. Offodile, « Integrated optimization of dynamic cell formation and hierarchical production planning problems », *Comput. Ind. Eng.*, 2020.
- [5] P. Tzortzopoulos, L. Ma, J. Soliman Junior, et L. Koskela, « Evaluating Social Housing Retrofit Options to Support Clients' Decision Making—SIMPLER BIM Protocol », 2019.
- [6] R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, et P. Teicholz, *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. John Wiley & Sons, 2018

Candidate profile :

- Doctorate (Phd) in civil engineering or industrial engineering with a significant experience on construction management
- Competencies on digital & BIM environments for construction and on optimization planning methods.
- Knowledges on Lean practices would be a plus.
- Teamwork skills,

Salary: Depending on the candidate profile

Planned start-up: September 2021.

Contact:

Prof. Hind BRIL EL HAOUZI

hind.el-haouzi@univ-lorraine.fr