

JUMENGI

Le jumeau numérique au service de la maintenance prévisionnelle

Contexte et problématiques

L'approche BIM favorise le partage, la gestion et la synchronisation de l'information bâtiment en vue de favoriser des productions immobilières performantes sur l'ensemble de leur cycle de vie (Hoyet, 2016). Si les bénéfices de cette approche sont bien identifiés aujourd'hui dans les phases de conception et de construction, la phase d'exploitation des bâtiments reste encore peu concernée par la dynamique BIM et surtout dans le secteur énergétique (Kreider et al., 2010). En plus des maquettes BIM, des données variées telles que celles des capteurs IoT et les documents techniques sont utiles à la maintenance énergétique. Pour être applicable à la gestion-exploitation, le référentiel BIM existant doit être (1) enrichi de toute information pertinente et utile aux gestionnaires des bâtiments, (2) il faut hiérarchiser les informations, (3) s'assurer de l'interopérabilité entre les logiciels, s'assurer de leur compatibilité, ou encore (4) inclure les fiches techniques de certains équipements (Pärn et al., 2016). Enfin, afin d'effectuer une maintenance prévisionnelle des systèmes énergétiques, il faut s'assurer d'intervenir et d'agir à temps sur le système, par exemple, pour identifier et réparer une panne, entretenir les réseaux, gérer le chauffage et la climatisation...

Question de recherche

Comment unifier et structurer l'ensemble de données variées, afin d'assurer la maintenance énergétique prévisionnelle d'un bâtiment?

Méthodologie

L'objectif de la méthodologie développée dans le cadre du projet JUMENGI est d'arriver à lier les données initialement isolées dans leur silos. Ces données deviennent riches de leur contexte et sous forme des connaissances exploitables par un jumeau numérique et par la maintenance énergétique du bâtiment. Pour y arriver, nous nous appuyons sur les concepts du Linked Data (LD) (Roxin, 2019) et le langage d'ontologie Web (OWL). Ces approches permettent au processus de vérification des règles d'aller au-delà de la portée du schéma, permettant ainsi des définitions de vues de modèle plus flexibles, qui sont cruciales pour inclure domaines d'application non traditionnels sous l'égide du BIM. De nombreux développements récents s'appuient sur IFC, qui est considéré comme un schéma sous-jacent pour structurer des données, tandis que sa représentation ontologique - IfcOwl (Pauwels & Terkaj, 2016) offre de meilleures capacités d'interopérabilité et de raisonnement. Il est devenu évident que l'ontologie les représentations du schéma IFC permettent une épine dorsale des exigences d'interopérabilité (Venugopal et al., 2015). L'approche ontologique reflète les tendances actuelles de la recherche sur l'utilisation de la connectivité et richesse du Web sémantique (Pauwels et al., 2017).

Anabelle Rahhal

LUCID-ULiège, Belgique

Méthodes projetées

1. Développé en NEO4J, un modèle de données intégré entretiendra concrètement les relations entre ces concepts dans une BD-Graph associée aux maquettes BIM multimétier (Barrasa et al., 2021). L'élaboration d'un graphe de connaissance est au cœur de cette méthode.
2. Des données consolidées composées d'algorithmes d'IA (réseau de neurones artificiels) et de méthodes de calibration de modèles thermiques (inférence Bayésienne) seront exploitées. Cette méthode a pour but de discerner les comportements énergétiques habituels du bâtiment de ceux annonciateurs de pannes.
3. Trois types de méthodes de Fault Detection and Diagnostic (quantitative model-based, qualitative model-based et process history based) seront étudiées, pour concrétiser la maintenance prédictive, basées sur l'analyse des écarts de comportements d'un système par rapport à une situation nominale. Le but est d'identifier les défauts de performance d'équipements critiques comme des chaudières, moteurs, ascenseurs, pompes, unités de traitement d'air, etc.

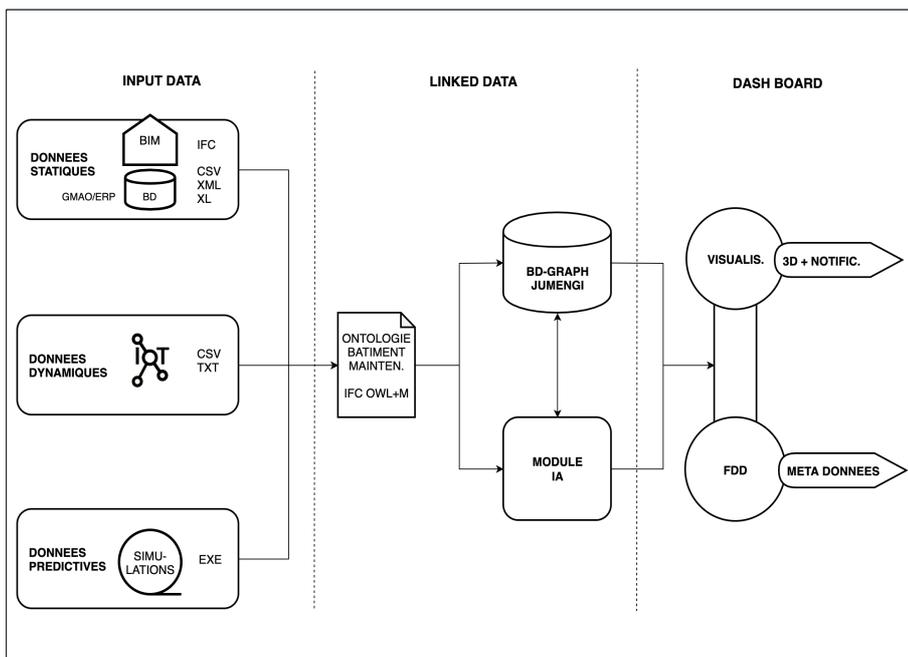


Image 1 : schéma de principe de JUMENGI

Résultats visés

Le projet JUMENGI délivrera une méthode de spécification de jumeau numérique destiné à la maintenance prédictive des équipements énergétiques d'un parc immobilier. D'un point de vue pratique, cette méthode servira à développer une plateforme ICT, permettant aux acteurs de la maintenance de rendre des services plus performants. Cette plateforme web consistera en un Dashboard présentant deux modules à l'utilisateur :

- 1) Un module de visualisation permettra d'extraire et manipuler un mix d'informations riches relatif aux équipements (linked data issu des GMAO, ERP, plateforme IoT et autres BD-fournisseurs, etc.) complétant les maquettes BIM multimétier (action de l'empowering data). Ce module sera constitué d'un viewer BD-Graph (visualisation des métadonnées) et d'un viewer BIM (visualisation des zones d'intervention) ;
- 2) Un module "métier" de maintenance permettra de mieux cibler les interventions a priori, en mettant en place une méthodologie de type Fault Detection & Diagnostic (FDD).

Celle-ci est un système expert de traitement et d'analyse de la donnée appliqué ici aux systèmes HVAC. Le module de maintenance produira des données d'analyse dynamique ou statique, sous forme de graphes ou de rapports, en se basant sur une comparaison entre des modèles de simulation (prédictive) et des mesures IoT, ainsi que des bibliothèques d'intelligence artificielle (IA). Il produira également des alertes en cas de panne. Enfin, dans des fonctionnalités avancées, JUMENGI permettra d'informer des opérateurs non seulement de la cause racine d'un problème mais également la manière de le résoudre.

Conclusion

Ce poster présente brièvement le projet de recherche JUMENGI, qui mettra au point et validera une méthode d'exploitation et de maintenance via le "jumeau numérique" du bâtiment, focalisée dans un premier temps sur la performance énergétique. Notre jumeau numérique se définit par l'articulation de plusieurs sources de données. Les résultats visés se concrétiseront dans trois ans.

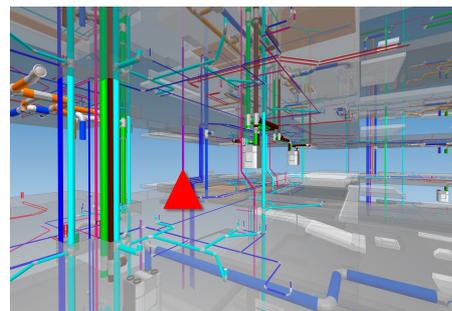


Image 2 : vue d'une maquette BIM intégrant les réseaux techniques

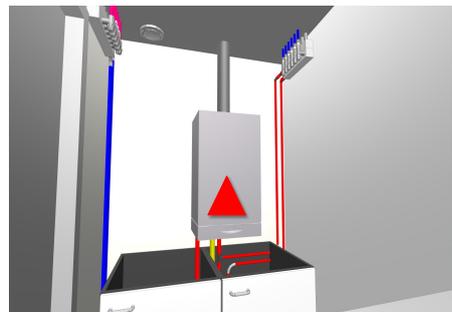


Image 3 : vue d'une chaudière au gaz dans la maquette BIM
Sources des images : Maquette d'un projet d'immeuble à appartements de Thomas & Piron Bâtiment.

Remerciements

Ce projet est financé par le Service public de Wallonie et il se développe en partenariat avec le centre de recherche agréé Cenero et l'entreprise de construction Thomas & Piron Bâtiment.

Bibliographie

- Barrasa, J., Hodler, A., Webber, J. (2021). Knowledge Graphs (O'Reilly media, Inc.).
Hoyet N., Duchene F. et De Fouquet M. (2016). BIM et architecture : programmation, conception, construction, exploitation, Publication : Malakoff - Dunod, p. 3.
Kreider, R., Messner, J., & Dubler, C. (2010). Determining The Frequency And Impact of Applying BIM For Different Purposes On Projects. In proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC), 1-10.
Pärn E.A., Edwards O.J., Sing M.C.P., The building information modelling trajectory in Facility management : A review, Elsevier.
Pauwels P., Zhang S., Lee Y.-C. (2017) Semantic web technologies in AEC industry : a literature overview, Autom. Constr. 73, 145-165.
Pauwels P., Terkaj W. (2016). EXPRESS to OWL for construction industry: towards a recommendable and usable ifcOWL ontology, Autom. Constr., 63, 100-133.
Roxin A.M. (2019). Vocabulaires de données liées pour le BIM. Le BIM entre recherche et industrialisation: Ingénierie et architecture, enseignement et recherche, Édition bilingue, 55.
Venugopal M., Eastman C.M., Teizer J. (2010). An ontology-based analysis of the industry foundation class schema for building information model exchanges, Adv. Eng. Inform. 29, 940-957.