



**HAL**  
open science

## Projet de Jumeau Numérique du bâtiment Espace Fauriel de Mines Saint-Étienne

Maxime Lefrançois

► **To cite this version:**

Maxime Lefrançois. Projet de Jumeau Numérique du bâtiment Espace Fauriel de Mines Saint-Étienne. Journée IoT et IA : Internet des Objets et Intelligence Artificielle. Plate-Forme Intelligence Artificielle 2022, Jun 2022, Saint-Etienne, France. emse-03712534

**HAL Id: emse-03712534**

**<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-03712534v1>**

Submitted on 4 Jul 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

# Projet de Jumeau Numérique du bâtiment Espace Fauriel de Mines Saint-Étienne

Maxime Lefrançois

<sup>1</sup> Mines Saint-Étienne, Univ Clermont Auvergne, INP Clermont Auvergne, CNRS,  
UMR 6158 LIMOS, F - 42023 Saint-Étienne France

## Résumé

*Nous dressons un panorama des travaux autour du développement du jumeau numérique du bâtiment de l'Espace Fauriel de Mines Saint-Étienne. Ce projet soulève des problématiques variées en internet des objets et intelligence artificielle, tout en ayant une dimension éthique liée aux objectifs de développement durable de l'ONU (ODD 7, 11 et 13). Il est valorisé dans des enseignements, des projets étudiants, et des projets de recherche.*

## Mots-clés

*Jumeau numérique, Web des Objets, IA.*

## Détails

Le bâtiment Espace Fauriel (EF) de Mines Saint-Étienne, construit autour de 1920 par Manufrance et réhabilité en 1994, est un bâtiment de 6720 m<sup>2</sup> sur 8 niveau utilisé pour la recherche et l'enseignement à Mines Saint-Étienne. Il comprend des amphithéâtres et salles de cours, des bureaux, des salles de réunion, et une simulation d'usine du futur : la Plateforme IT<sup>M</sup> Factory<sup>1</sup>. Cette présentation dresse un état des lieux des travaux autour du développement du jumeau numérique pour le bâtiment EF. Nous adoptons la dénomination des niveaux de maturité du modèle d'information des bâtiments (BIM) de Bew et Richards [1], et la dénomination des niveaux de maturité des jumeaux numériques de Deng, Menassa et Kamat [2]. Le niveau de maturité 2 du BIM consiste à manipuler une représentation standard des maquettes numériques (ex. IFC Industry Foundation Classes), et des bibliothèques standard pour les propriétés des objets (Property sets) pour la conductivité thermique par exemple. La maquette du bâtiment EF est disponible au format IFC et RVT. Le niveau de maturité 3 du BIM positionne le Web comme médium d'échange d'information pour permettre des flux de travail collaboratifs entre les parties prenantes interdisciplinaires, et l'utilisation de normes interopérables, flexibles et ouvertes couvrant différents domaines. Les développements des domaines du Web des données permettent l'intégration, la liaison, et le suivi des données distribuées. Dans le contexte du projet ANR CoSWoT<sup>2</sup> notamment, nous dé-

veloppons un graphe de connaissances décrivant notre bâtiment avec des ontologies standard.

Le BIM correspond au niveau de maturité 1 du Jumeau Numérique. Le niveau 2 ajoute des simulations sur la base du modèle numérique. Nous développons actuellement un modèle thermique du bâtiment de type circuit RC, permettant de simuler l'évolution de la température d'une salle en fonction des températures des salles adjacentes et des systèmes de chauffage. Ce modèle thermique est exécutable sous forme de Functional Mock-up unit, et a pour vocation d'être publié en tant que service exécutable dans la Plateforme Territoire<sup>3</sup>. Le niveau de maturité 3 du Jumeau Numérique consiste à instrumenter le bâtiment. Nous journalisons et mettons à disposition les données captées par quelques dizaines d'objets communicants hétérogènes (WiFi, Bluetooth, Zigbee, LoRa) dans et hors du bâtiment, ainsi que des systèmes techniques de l'installation KNX du bâtiment. Sont captées notamment : température, état des systèmes de chauffage et de ventilation, état d'ouverture des fenêtres. L'ouverture de quelques fenêtres est également pilotable à distance. Les paramètres du modèle thermique sont appris à l'aide de ces données captées, et liés avec les paramètres du modèle numérique du bâtiment dans le modèle de connaissances du bâtiment.

Tous ces travaux font du bâtiment EF et son jumeau numérique une base solide pour de futurs cours et travaux de recherche en IA (niveau de maturité 4), par exemple pour concilier des objectifs antagonistes de gestion de la santé, du confort des usagers, et de l'efficacité énergétique du bâtiment, ce qui apporte une dimension éthique liée aux objectifs de développement durable de l'ONU (7, 11 et 13).

## Références

- [1] Mark Bew and Mervyn Richards. Bew-richards bim maturity model. In *BuildingSMART Construct IT Autumn Members Meeting*. Brighton, 2008.
- [2] Min Deng, Carol C Menassa, and Vineet R Kamat. From bim to digital twins : A systematic review of the evolution of intelligent building representations in the aec-fm industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 26(5) :58–83, 2021.

1. <https://www.mines-stetienne.fr/recherche/plateformes/itm-factory/>

2. <https://coswot.gitlab.io/>- Le projet CoSWoT est financé par l'agence nationale de la recherche sous la référence ANR-19-

CE23-0012.

3. <https://territoire.emse.fr/>