



FlexTech



Offre de thèse de Doctorat

Conception centrée utilisateur d'un jumeau numérique pour la performance énergétique : cas d'un bâtiment hospitalier

Localisation principale :

ESTIA

92, allée Théodore Monod
Technopole Izarbel
64210 Bidart

École doctorale :

Le(a) candidat(e) sera inscrit(e) à l'École Doctorale SPI (Université de Bordeaux)

Mots clés :

Jumeau numérique / Digital twin, Performance énergétique, Conception centrée-utilisateur, Ingénierie de la conception, Énergie renouvelable, Human System Integration (HSI)

Contexte

Chaire FlexTech

La Chaire FlexTech est un projet commun ESTIA-CentraleSupélec sur les systèmes complexes autonomes. L'École Supérieure des Technologies Industrielles Avancées (ESTIA) est reconnue pour son expertise en conception anthropocentrée de systèmes aérospatiaux, l'Intégration Humains-Systèmes (IHS), le support à la décision, les processus d'idéation et de créativité. CentraleSupélec (Université Paris Saclay), au travers de son Laboratoire Génie Industriel (LGI) et concernant les présents travaux de recherche, a des compétences reconnues en modélisation, conception et gestion de systèmes complexes et du transport terrestre.

Projet Hospital Sudoe 4.0

Les hôpitaux sont des infrastructures complexes dont la rentabilité doit être préservée et pour lesquelles les usages sont multiples avec des activités quotidiennes et aussi continues. La modélisation de ces infrastructures est réalisée en amont de la construction des bâtiments. En effet, il existe des logiciels de calculs de la demande énergétique théorique d'un bâtiment. Une fois l'édifice construit, la demande énergétique réelle est bien souvent différente. C'est pour répondre à cette problématique que le projet Hospital Sudoe 4.0 prévoit de concevoir et de développer une plateforme de calculs de la demande énergétique en temps réel couplée à l'activité et aux usages réels. Le sujet de thèse présenté s'inscrit dans ce projet européen dont l'objectif est double :

- Le développement d'une plateforme de gestion en temps réel de la consommation et production d'énergie d'un bâtiment hospitalier (i.e. un jumeau numérique d'un hôpital)
- La mise en place d'un passeport de rénovation du bâtiment pour maximiser l'efficacité énergétique (i.e. Simulations)

Dans ce contexte l'ESTIA est garant de l'intégration de l'utilisateur-décisionnaire dans toutes les phases du processus de conception de la plateforme.

Sujet, mission et activités

Cette thèse fera l'objet d'un travail de recherche sur la conception et l'opérationnalisation d'un jumeau numérique portant sur la performance énergétique du bâtiment.

Le concept du jumeau numérique (i.e. digital twin) est défini comme une modélisation virtuelle et dynamique d'un système, processus ou service (Madni et al. 2019) qui utilise des modèles numériques, des données issues

Ouverture des candidatures

:
10 juillet 2020

Encadrants de la thèse :

Audrey ABI AKLE
Christophe MERLO

Contrat :

Le(a) doctorant(e) sera salarié(e) à plein temps (CDD de 36 mois) à l'ESTIA

de capteurs, des simulations multiphysiques et multi-échelles, etc. afin de refléter la « vie » de sa version réelle (Glaessgen et Stargel, 2012).

La modélisation du digital twin peut être plus ou moins fidèle à son jumeau réel en fonction de son rôle. Dans notre cas, l'hôpital est une entité perçue comme un bâtiment vu à travers le prisme de sa performance énergétique : Electricité consommée et produite ; Eau ; Qualité de l'air et Confort thermique.

Par ailleurs, la modélisation de ce dit « bâtiment » est fortement dépendant des représentations que se font les acteurs de la conception de ce même bâtiment et de la façon dont ils veulent interagir avec celui-ci : développeurs/ingénieurs, experts en énergie, utilisateurs décisionnaires de l'hôpital, les cadres financiers, politiques, etc.

L'un des enjeux de la modélisation du jumeau réel pour créer le jumeau numérique repose donc sur l'adéquation entre les représentations des utilisateurs et celles des concepteurs.

Le jumeau numérique n'est pas uniquement un « objet » de représentation. Il est aussi un outil d'aide et de prise de décision constitué de plusieurs types de modèles et de visualisation de données.

Le jumeau numérique d'un hôpital représente virtuellement cet hôpital. Il va comporter plusieurs points de vue différents, on peut le décrire comme un système structurel, fonctionnel et comportemental. En effet, le jumeau numérique de l'hôpital ne se limite pas à l'hôpital en tant que structure (infrastructures du bâtiments, équipements, etc.) mais à l'ensemble de ses fonctions (services de santé, logistique, déchets, restauration, etc.) et de son comportement face à des variables stochastiques : le climat et les usagers. Pour modéliser et anticiper ces variables aléatoires, le jumeau numérique est constitué de modèles de simulation. Cependant, il n'a pas vocation à être un système autonome ni à être une « boîte noire ». En ce sens, les utilisateurs sont amenés à le manipuler afin de suivre les évolutions des données du bâtiment, réaliser des analyses, élaborer des scénarios de reconfiguration de services, aménagements, équipements, etc. et pouvoir émettre des hypothèses d'actions et de décision (voir par exemple le modèle d'analyse visuelle de Keim et al. (2008)).

Pour développer le sujet de recherche, il est attendu 3 axes de travail principaux :

1. Définition et modélisation d'un jumeau numérique portant sur la performance énergétique de l'hôpital.

Pour cette première partie, nous considérerons uniquement la phase de vie « exploitation » du jumeau dit « réel ». En considérant cette phase de vie, il sera nécessaire de considérer :

- Les activités quotidiennes liées à l'usage du bâtiment mais aussi d'aborder les questions de travaux d'aménagement ou de rénovation qui auront un impact direct sur la version numérique du jumeau.
- A travers la modélisation du système, l'identification et la caractérisation des paramètres les plus influents sur la performance énergétique.
- Le recalage du modèle, i.e. une boucle de rétroaction suite aux modifications du bâtiment ou écarts entre les mesures théoriques (simulées) et réelles.

Lien utile :

<http://www.estia.fr/>

<https://hospitalsudoe40.eu/fr>

Contacts :

Dr. Audrey ABI AKLE

a.abiakle@estia.fr

+33 (0)5 59 43 85 15

Pr. Christophe MERLO

c.merlo@estia.fr

+33 (0)5 59 43 84 33

- La place de l'utilisateur vis-à-vis du jumeau numérique (vision systémique du jumeau numérique) : « human-in-the-loop simulation » (Rothrock & Narayanan, 2011).

2. Définition des critères et recommandations centrés-utilisateur pour la conception d'un jumeau numérique du bâtiment pour sa performance énergétique.

Il s'agit pour cette deuxième partie de faire émerger les particularités d'une conception centrée-utilisateur d'un digital twin.

Pour cela, nous identifions plusieurs points à traiter :

- La formalisation d'un processus de conception adapté à ce type de système (Vance et al., 2017).
- La définition de typologies d'utilisateurs et leurs besoins associés (sur la base du travail effectué en amont).
- L'intégration des utilisateurs et leur modalité d'intégration (i.e. sous quelle forme).
- Les critères et les paramètres de conception nécessaires au développement d'un digital twin centré-utilisateur.

La réalisation de cette partie se fera sur le terrain en collaboration avec les concepteurs et les utilisateurs

3. Validation du modèle de conception centrée-utilisateur du jumeau numérique du bâtiment pour la performance énergétique

Profil recherché

Le(a) candidat(e) devra être titulaire d'un diplôme de niveau Bac + 5 en sciences de l'ingénieur, il/elle aura une certaine expérience de participation à la vie d'une entreprise (stage ou emploi salarié). Plus spécifiquement, il/elle devra justifier de compétences dans les domaines de l'ingénierie de la conception et/ou la gestion de l'énergie et/ou l'ergonomie.

De plus, il/elle devra faire preuve d'une capacité à communiquer (en langues française et anglaise et éventuellement en espagnol) sur son projet mais aussi sur les connaissances acquises et produites lors de son cursus.

Amené(e) à côtoyer des ingénieurs/cadres et des chercheurs au sein du projet Hospital Sudoe 4.0, le(a) candidat(e) fera preuve de sens relationnel, de curiosité, et de capacité à travailler en équipe sur des approches pluridisciplinaires. Il/elle devra être ouvert(e) aux sciences humaines et sociales.

Modalités de candidature

Le dossier de candidature doit comprendre un C.V. détaillé, une lettre de motivation justifiant des compétences développées lors d'expériences antérieures, ainsi qu'une (des) lettre(s) de recommandation ou à défaut les noms et l'adresse courriel de personnes susceptibles d'être contactées.

Ces éléments doivent être envoyés par courriel à Audrey Abi Akle et Christophe Merlo.

Références

Glaessgen, E., Stargel, D.: The digital twin paradigm for future NASA and U.S. Air Force vehicles. In: Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference. 1–14 (2012).

- Keim, D. A., Mansmann, F., Schneidewind, J., Thomas, J., & Ziegler, H. (2008). Visual analytics: Scope and challenges. In *Visual data mining* (pp. 76-90). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Madni, A. M., Madni, C. C., & Lucero, S. D. (2019). Leveraging digital twin technology in model-based systems engineering. *Systems*, 7(1), 7.
- Rothrock, L., & Narayanan, S. (2011). *Human-in-the-loop simulations* (pp. 26-29). London, UK: Springer.
- Vance, J. K., Giambalvo, J., & Hoffenson, S. (2017). Navigating the common approaches to product development. In *DS 87-9 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17) Vol 9: Design Education, Vancouver, Canada, 21-25.08. 2017* (pp. 169-178).