

Sujet de stage de Master 2

Partenariat : Nantes Métropole – AAU CRENAU

Enjeux, usages et limites du jumeau numérique urbain : exploration des potentiels d'application pour la modélisation de la ville en été

Encadrants :

Pour le CRENAU : Thomas Leduc, Ignacio Requena-Ruiz, Myriam Servières, Vincent Tourre

Pour Nantes Métropole : Éric Becquet (Département des Ressources Numériques), Alban Mallet (Direction Environnement, Energies et Climat).

Durée : 5 ou 6 mois à partir du mois de février 2021.

Lieu d'exécution : Nantes Métropole avec des réunions régulières dans les locaux du laboratoire AAU-CRENAU à l'ENSA Nantes (ou télétravail en fonction des contraintes sanitaires).

Gratification : selon la réglementation en vigueur.

Profil recherché : Etudiant(e) en master 2 ou Ecole d'ingénieur motivé(e) par la perspective d'une thèse de doctorat CIFRE en collectivité locale (Nantes Métropole). L'étudiant(e) doit avoir des compétences en modélisation de données et simulation numérique, ainsi que des connaissances en géomatique et en programmation. Une appétence forte pour les problématiques urbaines et la question spécifique du microclimat urbain est indispensable.

Mots-clefs : jumeau numérique climatique, réseau de capteurs, habitabilité de la ville en été.

Description :

La Direction de la Géographie et de l'Observation de Nantes Métropole s'engage progressivement dans l'évolution de son système d'information géographique (SIG) en 2D vers la 3D, ceci dans le cadre de la stratégie numérique 2020-2026 du Département des Ressources Numériques. À cette occasion, elle ambitionne – en partenariat avec des chercheurs du laboratoire AAU-CRENAU à l'ENSA Nantes – d'investiguer la notion de jumeau numérique (Grievies, 2014), concept développé par les industriels pour répliquer virtuellement des objets, processus ou systèmes particulièrement sophistiqués et coûteux à prototyper. Elle fait ainsi l'hypothèse qu'une intégration du concept de jumeau numérique, comme outil au service de la transformation des dynamiques urbaines, est susceptible d'offrir de nouvelles capacités de modélisation, d'exploration et de prospective tant pour les concepteurs et les décideurs que pour les citoyens.

Nantes Métropole a adopté en 2018 un Plan Climat Energie Territorial comprenant un volet adaptation au changement climatique. C'est dans ce cadre, que Nantes Métropole souhaite renforcer la robustesse du territoire notamment face à des aléas climatiques extrêmes comme les vagues de chaleur. Fabriquer la ville résiliente est un enjeu majeur pour la collectivité mais nécessite aujourd'hui d'améliorer les connaissances et de renforcer les outils de conception de l'espace public.

C'est pourquoi, dans la perspective d'une nécessaire adaptation de la ville pour améliorer son habitabilité en période caniculaire, la capacité des espaces publics à proposer des conditions « micro et pico-climatiques » partiellement maîtrisées se révèle essentielle (cf. projet ANR Coolscapes). Dans le cadre des projections climatiques, il est prévu un accroissement des périodes d'inconfort par surchauffe (Isaac & van Vuuren, 2009 ; Kopf *et al.*, 2008) amplifié par le phénomène d'îlots de chaleur

urbain (Allegrini *et al.*, 2012). L'exploitation d'un « jumeau numérique climatique » de la ville permettrait de comprendre son comportement à la surchauffe. Ce jumeau numérique bénéficierait d'une synchronisation régulière aux capteurs du microclimat urbain, pour éprouver et anticiper, dans le cadre de la réplique numérique, des dispositifs visant à l'habitabilité. À des fins de modélisation expérimentale, le travail de recherche s'appuiera sur des données microclimatiques de la métropole nantaise à l'échelle du piéton, ainsi que sur une maquette 3D d'une place de la métropole (à déterminer). Une équipe pluridisciplinaire, constituée d'agents des différents métiers de Nantes Métropole (pôle climat, urbanisme numérique, espaces verts, bureau d'études, mission territoire d'expérimentation, cycle de l'eau) contribueront à cette démarche.

La question qui est posée dans le cadre de ce projet de Master préparatoire à une thèse de doctorat en CIFRE est celle de la pertinence de cette notion de jumeau numérique dans le strict cadre d'une déclinaison climatique. En prenant appui sur l'expertise du CRENAU en modélisation de données spatio-temporelles et en géomatique, mais aussi sur le travail de mesures mené dans le cadre du projet ANR Coolscapes (2018-2022), ce stage de recherche visera principalement, à partir de l'état de l'art, à :

- Interroger les enjeux spécifiques à la notion de jumeau numérique dans le contexte de la ville (il ne s'agit pas d'un objet industriel aussi complexe soit-il),
- Préciser les exigences d'un « jumeau numérique climatique » en termes de modélisation de données,
- Identifier des scénarios d'évolution climatique transposables à l'échelle de la ville de Nantes.

Références :

- Allegrini, J., Dorer, V. & Carmeliet, J. (2012). Influence of the urban microclimate in street canyons on the energy demand for space cooling and heating of buildings. *Energy and Buildings*, 55, 823-832. doi: [10.1016/j.enbuild.2012.10.013](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.10.013)
- Grievies, M. (2014). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. White Paper.
- Isaac, M. & van Vuuren, D. P. (2009). Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change. *Energy Policy*, 37(2), 507-521. doi: [10.1016/j.enpol.2008.09.051](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.051)
- Kopf, S., Minh, H.-D. & Hallegatte, S. (2008). Using maps of city analogues to display and interpret climate change scenarios and their uncertainty. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, (8), 905-918. doi: [10.5194/nhess-8-905-2008](https://doi.org/10.5194/nhess-8-905-2008)