

SFR Territoires en réseaux Appel à Projets interne

Chercheur.e.s/Enseignant.e.s-chercheur.e.s 2020

Titre : Urbanisme génératif, intelligence artificielle appliquée la conception urbaine.

Porteur :

- Nom : Marin
- Prénom : Philippe
- Laboratoire : Métiers de l'Histoire de l'Architecture, Espace-Villes-Territoires (MHAevt), EA 7445
- Coordonnées : Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble - 60 avenue de Constantine - CS 12636 - F - 38036 Grenoble cedex 2
- Email : philippe.marin@grenoble.archi.fr

Partenaire :

- Partenaire socio-économique : Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise (AURG)
- Nom : Parent
- Prénom : Benoit
- Coordonnées : AURG - 21, rue Lesdiguières - 38000 Grenoble
- Email : benoit.parent@aurg.asso.fr

Résumé :

La généralisation des technologies numériques prend place dans un contexte d'urgence climatique et participe à une transformation des modalités de conception du cadre bâti. L'usage de l'intelligence artificielle (IA) appliquée à la conception urbaine pourrait se révéler pertinent. Malgré de nombreuses recherches dans les domaines de l'architecture et de l'urbanisme génératifs, il apparaît que le transfert technologique et son appropriation par les concepteurs restent limités. Nous proposons ici le développement d'un outil numérique de conception urbaine intégrant une IA et appliqué à un projet urbain réel en cours de réalisation au sein de l'AURG. Cet outil et son utilisation donneront lieu à l'évaluation à la fois des usages et des solutions générées par l'algorithme. Le projet devra nous permettre d'identifier les intérêts, les limites et les verrous techniques et culturels associés à ces outils. Il devrait nous servir de point de départ pour prolonger nos travaux en interaction avec les acteurs du site grenoblois autour des questions d'IA.

Description :

Problématique :

Notre époque est marquée par l'utilisation des technologies numériques et nos modes de compréhension du monde sont modifiés. Ces nouveaux modes opératoires bouleversent les champs de la conception, de la création et de la construction. En considérant l'application des technologies de l'information et de la communication à l'architecture et à l'urbanisme, nous nous proposons de caractériser les outils et les méthodes qui mobilisent des données, des algorithmes, des encodages et des processus numériques intelligents au cours du travail de conception du cadre bâti et de la ville. C'est plus particulièrement l'usage des algorithmes dit d'intelligence artificielle (IA) qui concentre notre attention et notre proposition prend place dans un contexte d'initiatives européennes (Stratégie pour l'intelligence artificielle en Europe de 2018), nationales (Rapport Villani, Donner un sens à l'intelligence artificielle, 2018) et locales, avec la constitution de l'Institut Interdisciplinaire sur l'Intelligence Artificielle (MIAI).

Si ces instrumentations numériques de la conception, et particulièrement celles associées à l'usage de l'IA, concentrent des travaux de recherche depuis de nombreuses années, il apparaît que leurs applications pratiques et opératoires au sein des agences et chez les acteurs de la conception architecturale et urbaine restent limitées. Le transfert des connaissances scientifiques et des développements logiciels appliqués à l'architecture et à l'urbanisme reste un enjeu technique et culturel de premier ordre. Ainsi nous nous proposons de faire avancer le front de la connaissance dans ce domaine à travers la mise en place d'une expérimentation portant sur l'application de l'IA à la conception urbaine et en s'appuyant sur une situation de projet urbain réel.

Ces modalités d'instrumentation numérique imposent des formes de mathématisation et d'encodage des contraintes du projet. Ces approches s'inscrivent dans des formes de mesure de la performance, l'évaluation des solutions se réalisant en partie à l'aide de fonctions objectives. Ces critères de performance sont multiples, ils peuvent porter sur des dimensions environnementales, des questions morphologiques, des critères économiques, des enjeux programmatiques (...), certains de ces critères se révélant parfois antagonistes. Le travail de conception se caractérise par une synthèse des contraintes et des intentions, il intègre des composantes toutes à la fois objectives que subjectives. L'IA devrait permettre de parcourir un espace de solutions large et complexe, elle devrait être support à la constitution de scénarios et ainsi faciliter la prise de décision. Cette expérimentation permettra de tester la prise en compte d'enjeux territoriaux majeurs de la Métropole de demain : changement climatique, résilience, urbanisme favorable à la santé... Les modélisations permettront d'aider à la génération de formes urbaines plus propices au confort des habitants et à la qualité des ambiances (bruit, vent, îlot de fraîcheur).

Notre expérimentation porte un double objectif. Il vise d'une part l'amélioration et la mise au point d'algorithmes et d'outils numériques appliqués à la conception urbaine. Notre expérimentation devra permettre d'identifier les intérêts, les limites et les verrous techniques des algorithmes disponibles, nous inscrivons ainsi notre proposition dans une perspective d'amélioration des outils. Il cherche d'autre part à évaluer les postures de conception et à mesurer le degré d'acceptabilité de ces outils. Il nous apparaît important d'opérer une acculturation à l'usage des outils avancés de conception numérique pour assurer leurs appropriations et garantir une posture critique et éclairée des futurs utilisateurs.

Approche méthodologique :

Notre projet s'organise en quatre temps principaux.

- Etat de l'art et constitution d'une culture commune : Un premier travail portera sur la constitution d'un état de l'art. Nous nous intéresserons à la fois aux algorithmes d'IA

disponibles et aux recherches en matière de conception urbaine générative. Un inventaire des pratiques pourra se faire à travers la rencontre d'acteurs remarquables. Cet état de l'art sera partagé entre les partenaires du projet et permettra la constitution d'une culture partagée.

- Paramétrisation de l'étude de cas et développements logiciels : Un second temps sera consacré à l'identification d'une étude de cas sur la base des projets en cours de développement au sein de l'AURG. Le projet donnera lieu à la constitution d'un modèle numérique paramétrique et à la formalisation des critères d'évaluation. Une IA sera intégrée au modèle pour assister l'exploration de l'espace des solutions.
- Test et évaluation des usages : L'outil logiciel sera évalué au regard de deux critères principaux. Son utilisation dans un contexte réel permettra d'envisager ses modes de contribution à une étude urbaine, les solutions produites par l'outil seront évaluées et mises en critique. De plus la spécificité de cette instrumentation qui repose sur une part d'autonomie de la machine pourra être caractérisée. Cette phase d'évaluation devra permettre d'identifier les intérêts, les limites et les verrous associés à ces techniques. Par ailleurs, elle sera pour les utilisateurs le moyen de se confronter et d'appréhender concrètement une IA et ainsi d'envisager des usages futurs.
- Dissémination : Une dissémination des travaux prendra la forme de communications et publications scientifiques. L'organisation d'une journée d'étude sur la thématique sera l'occasion de rendre compte de l'expérimentation et de réunir les acteurs en lien avec ces thématiques. Cette rencontre devra permettre d'envisager les prolongements de ce travail à travers la participation à des programmes nationaux et européens.

Résultats attendus :

Nous envisageons deux résultats principaux à l'issue de nos travaux. D'une part nous chercherons à caractériser l'usage des IA appliquées à la conception urbaine à la fois sur les plans techniques et culturels. D'autre part nous souhaitons contribuer à l'acculturation des acteurs de la conception urbaine, et ainsi faciliter une appropriation critique et créative de ces techniques.

Livrables :

Le projet donnera lieu à 2 principaux livrables.

- Le projet donnera lieu à la rédaction d'un rapport de synthèse rendant compte de l'expérimentation et décrivant les méthodes et résultats obtenus. Le rapport sera complété par les publications scientifiques associées et proposera ainsi une connaissance organisée sur le sujet.
- A l'issue du projet, un temps de partage et de rencontre prendra la forme d'une journée d'étude. Celle-ci réunira les acteurs du projet ainsi qu'un ensemble d'invités en lien avec la thématique.

Perspectives :

Notre projet s'inscrit pleinement dans l'actualité scientifique du site grenoblois et nous nous plaçons dans une perspective de dépôt d'un projet dans le cadre des AAP du MIAI. Nous souhaitons avec cette initiative renforcer notre expertise dans le domaine de la réalisation d'outils numériques génératifs appliqués à la conception architecturale et urbaine. Notre projet s'appuie sur une expérimentation en situation réelle et associe le monde socio-économique aux démarches scientifiques pour nous permettre de relever les défis sociétaux auxquels nous faisons face.

Référence bibliographiques clés :

- Adolphe, L. (2001). A simplified model of urban morphology: Application to an analysis of the environmental performance of cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28, 183-200.
- Deutsch, R. (2015). *Data-Driven Design and Construction: 25 Strategies for Capturing, Analyzing and Applying Building Data* by Randy Deutsch (2015-10-12). Wiley; 1 edition (2015-10-12).
- Carpo, M. (2017). *The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence (Writing Architecture)* (1 ed.). The MIT Press.
- Koenig, R., Miao, Y., Knecht, K., Bus, P., & Mei-Chih, C. (2017). *Interactive Urban Synthesis Computational Methods for Fast Prototyping of Urban Design Proposals*. Proceedings from 17th International Conference, CAAD Futures, Istanbul, Turkey.
- Marin, P. (2018). D'une conception informée par les données à la généralisation des objets cyber-physiques. *Cahiers de la Recherche Architecturale Urbaine et Paysagère [En ligne]*, 3(numérisation des espaces).
- Marin, P., Marsault, X., Mavromatidis, L., Saleri, R., & Torres, F. (2013). *Ec-Co-Gen : An evolutionary simulation assisted design tool for energy rating of buildings in early design stage to optimize the building form*. Proceedings from Building Simulation 2013, Chambéry.
- Offenhuber, D., & Ratti, C. (2014). *Decoding the City: Urbanism in the Age of Big Data*. Birkhauser Verlag AG.
- Oxman, R., & Oxman, R. (2014). *Theories of the Digital in Architecture* (1 ed.). New York: Routledge.
- Picon, A. (2010). *Culture numérique et architecture - Une Introduction*. Birkhauser Fr.
- Picon, A. (2015). *Smart Cities: A Spatialised Intelligence*. Wiley.
- Tang, M., & Anderson, J. (2011). *Information Urbanism: Parametric urbanism in junction with GIS data processing & fabrication*. Proceedings from ARCC Conference Repository, Detroit.
- Weinstock, M. (2011). The Metabolism of the City : The Mathematics of Networks and Urban Surfaces. *AD Archtitectural Design, Volume 81, Issue 4 Special issue : Mathematics of Space*, page 102-107. doi:<https://doi.org/10.1002/ad.1275>

Liens avec les axes de recherche de la SFR TeR

Notre projet s'inscrit dans l'axe 2 : « Usage du numérique » de la SFR TeR.

Chercheur.e.s et laboratoire(s) concerné(s)

Le projet est conduit sous la responsabilité de Philippe Marin, Maître de Conférence à l'ENSA de Grenoble et directeur de l'unité de recherche MHAevt. Le projet pourra durant sa réalisation impliquer des chercheurs du laboratoire ou les ressources techniques de notre unité.

Partenaire(s) socio-économiques

Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise (AURG)