

Proposition d'un sujet de thèse

« Intelligence artificielle pour une architecture favorable à la santé »

Mots-clés : (*geometric*) *deep learning*, méthodes prédictives et génératives, *design génératif*, architecture, déterminants et indicateurs de santé.

Ecole doctorale : InfoMaths (ED 512)

Financement assuré à 100% par un projet (60% Région AURA, 40% AIA Life Designers)

Démarrage : 01/09/2022 (durée 36 mois)

Connaissances requises : Python, framework Pytorch et/ou TensorFlow, théorie des graphes.

Connaissances souhaitées : computer vision, 3D

Connaissances facultatives : BIM, IFC

Renseignements complémentaires : xavier.marsault@aria.archi.fr

La thèse s'effectue dans le cadre du projet de recherches [GenH²Arch](#), financé par la Région AURA (2021-2026) et l'agence [AIA Life Designers](#). Elle se déroule à la fois en laboratoires de recherche et en milieu professionnel. Elle est encadrée par Serge Miguet (laboratoire [LIRIS](#), équipe IMAGINE) et Xavier Marsault (laboratoire [MAP-Aria](#)). Plus de détails sur le projet GenH²Arch sont [disponibles ici](#).

La thèse se déroulera principalement dans les locaux du laboratoire MAP-Aria (employeur principal), École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon, Campus de Vaulx-en-Velin, mais aussi partiellement à l'agence AIA à Lyon.

<p>Mode de candidature : adresser CV, relevés de notes (M1, M2 ou équivalent), mémoire de fin d'études ou article de recherche (si disponibles), lettre de motivation, lettre de recommandation avant le 10 juin 2022 à : serge.miguet@univ-lyon2.fr et xavier.marsault@aria.archi.fr</p>

Détails :

Le mouvement d'urbanisme favorable à la santé (UFS) vise à promouvoir une prise en compte holistique des enjeux de santé (bien-être physique, mental, social) dès les premières phases de conception des projets d'aménagement [CAP 18]. La thèse questionne la manière dont l'intelligence artificielle peut favoriser la conception des projets d'architecture dans ces phases, en orientant les concepteurs vers des solutions les plus intelligentes possibles dès le départ. Elle s'appuie sur l'alliance du *deep learning* et du *design génératif* pour une conception architecturale et urbaine favorable à la santé (proposition spécifique du projet GenH²Arch).

Un grand intérêt de l'apprentissage profond se trouve en effet dans les phases d'initialisation de la conception d'un projet d'architecture, lorsque les données disponibles sont insuffisantes à la fois pour produire des morphologies et pour les évaluer. Ses capacités prédictives et génératives peuvent alors être convoquées pour pallier ce manque de connaissances directes, dès lors que de la complexité a été captée et apprise à partir de nombreux projets plus ou moins similaires ou de données artificielles

produites à dessein. C'est l'approche structuraliste du projet : une description structurelle et fonctionnelle par les graphes [AS 18] nous intéresse particulièrement dans le cadre de cette thèse, convoquant le *geometric deep learning* [BRO 21], terrain d'étude récent pour généraliser les techniques de *deep learning* aux données non-euclidiennes fréquemment utilisées par les architectes.

La prise de décisions en termes de morphogenèse architecturale (formes et intérieurs) dans un site donné peut ensuite être largement facilitée par un traitement de ce savoir accumulé en amont, et que le *design génératif* permet d'optimiser de multiples manières (en référence à [EcoGen](#), logiciel développé ces dernières années à MAP-Aria [MAR 19], avec l'intention d'un couplage à des outils d'IA).

A l'échelle locale d'un îlot ou d'un groupe de bâtiments, l'approche santé se déclinera en un éventail de déterminants et d'indicateurs spécifiques qui vont venir nourrir la génération hybride. Le cas d'étude des hôpitaux nous intéresse particulièrement ; il s'appuiera sur l'expertise d'AIA dans ce domaine et sur l'[evidence-based design](#).

L'importance fondamentale du rapport au site (pas de bonnes analyses hors site) nous fait questionner des réponses associatives bâti / contexte (méthodes du *deep learning* basées sur des graphes et des données image). A ce niveau exploratoire, il s'agit d'essayer d'obtenir une bonne génération conditionnelle d'esquisses ou de scénarios de projet dans un site donné (environnement naturel et bâti), répondant à un programme et des contraintes structurelles et fonctionnelles.

Références

- [AS 18] I. As, S. Pal, and P. Basu, "Artificial intelligence in architecture: generating conceptual design via deep learning", *Int. J. Archit. Comput.*, vol. 16, no. 4, pp. 306–327, 2018.
- [BRO 21] M. Bronstein, J. Bruna, T. Cohen and P. Velickovic. "Geometric Deep Learning : Grids, Groups, Graphs, Geodesics, and Gauges", 2021.
- [CAP 18] J.F. Capeille, S. Davies, X. Fang, C. Girard et T. le Dantec, "Bien Vivre la Ville : vers Urbanisme Favorable à la santé", Fondation AIA, Institut CFLD, 2018.
- [MAR 19] X.Marsault and F. Torres, "An interactive and generative eco-design tool for architects in the sketch phase", CISBAT, EPFL, 4-6 september 2019. *IOP's Journal of Physics : Conference Series* Vol. 1343, november 2019. <https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/1343/1>