

## APPEL À CANDIDATURE POUR UNE THÈSE CIFRE

### INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET CONCEPTION ARCHITECTURALE

#### Présentation des partenaires :

Animée par la volonté de porter hautes les valeurs de progrès, d'innovation, d'écologie, d'intelligence collective et l'esprit du biomimétisme, l'agence [Rougerie+Tangram](#) a pour credo de produire une architecture inspirée par le vivant, dans un esprit d'harmonie entre les êtres et la nature. « Comment créer des cadres de vie qui permettent à tous les vivants de s'épanouir ensemble durablement ? ». Voici l'objectif que l'agence se propose d'atteindre à l'horizon 2030.

Nous sommes convaincus que, dans le contexte de la transition écologique et la période d'incertitude climatique qui se présente à nous, une des manières d'adresser les questions de durabilité et de résilience, est d'aller vers des bâtiments vivants, eux-mêmes capables de s'adapter, de s'autoréparer, de se renouveler ou d'apprendre en échangeant des informations.

Pour ce faire, l'agence R+T s'appuie sur le [LAB R+T](#), son laboratoire de recherche prospective et appliquée à l'architecture. À la fois centre de recherche architecturale biomimétique, de ressources pour les projets de l'agence et de partage de la connaissance, le LAB R+T se structure autour d'une douzaine de thématiques et autant de référents de recherche. Le LAB R+T développe ses propres outils et méthodes de conception, inspirés des principes et stratégies des systèmes vivants. Le LAB R+T développe des travaux mêlant impression 3D, design paramétrique, optimisation topologique ou encore intelligence artificielle, notamment générative. Les outils et technologies ouvrent des perspectives vertigineuses qu'il convient d'explorer, comprendre, maîtriser pour envisager leurs utilisations de manière éthiques et responsables.

Le [laboratoire MHA](#) (Méthodes et Histoire de l'Architecture) est une unité de recherche du Ministère de la Culture et de l'Université Grenoble Alpes (UGA), elle est hébergée au sein de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (ENSAG).

MHA structure ses activités scientifiques autour de trois axes : 1 / Dimensions critiques et théoriques de l'architecture, avec un regard sur les processus de construction des idées et des concepts ; 2/ Dimensions projectuelles et instrumentales, en considérant les outils et les instruments de la conception architecturale ; 3/ Dimensions matérielles et physiques, en construisant une connaissance historique du bâti.

Le laboratoire est au cœur d'un écosystème scientifique particulièrement dynamique, et il développe des relations scientifiques avec l'organisme national de recherche CEA, qui passent par la constitution du [Studio Recherche et Création](#), ou encore avec le MIAI (Institut Interdisciplinaire en Intelligence Artificielle) avec un projet de constitution d'une chaire de recherche partenariale en intelligence artificielle.

Dans ce contexte, le **LAB R+T** et le **laboratoire MHA** se rapprochent pour proposer un doctorat en CIFRE, il fait l'objet du présent appel à candidature.

### **Sujet :**

Performance2Model : Caractérisation de la conception générative et implémentation de l'apprentissage machine au sein des environnements de conception architecturale.

### **Mots clés :**

Conception numérique, modélisation générative, IA générative, auto-encodeur, créativité computationnelle, simulations et performances environnementales.

### **Titre provisoire :**

L'IA générative pour la conception architecturale

### **Thématique :**

Nous nous intéressons à l'usage de l'IA générative (IAG) pour la conception architecturale, en considérant principalement les phases initiales de la conception. L'étude de l'usage des IAG pour l'architecture constitue un sujet de recherche émergent et elle porte sur des enjeux techniques, environnementaux et socio-organisationnels. Notre proposition considère les techniques de l'apprentissage machine et envisage de faciliter l'entraînement d'un modèle d'IA puis l'exploration de son espace latent. Dans cette perspective les activités de conception se trouvent inversées, après avoir entraîné son modèle, le concepteur s'attache à choisir la performance attendue, pour visualiser dans un second temps la géométrie correspondante. Cette posture est nouvelle, elle bouscule les pratiques, nous souhaitons accompagner son instrumentation et caractériser ses modalités. Cette modalité d'instrumentation du processus de conception est par ailleurs envisagée dans une perspective environnementale pour faciliter l'intégration des paramètres écologiques et accompagner la conception d'un cadre bâti plus durable.

### **État de l'art et objectifs :**

Nous rappelons que les techniques numériques ont progressivement transformé les modalités de conception architecturale avec l'utilisation des outils CAD, correspondant à une version numérique de la planche à dessin lors des premières expérimentations des années 1960, en

passant par la généralisation des méthodes BIM (Building Information Modelling) durant les années 1990, aux approches paramétriques du début du XXI siècle et finalement à l'intégration des approches génératives que nous connaissons aujourd'hui.

Progressivement les outils numériques facilitent la réalisation de simulations des performances de l'objet en conception et intègrent des fonctionnalités de programmation rendant possible les approches algorithmiques et computationnelles. Ainsi l'instrumentation numérique de la conception s'accompagne de postures caractéristiques. A ce stade nous distinguons trois approches, que nous nous proposons de caractériser : 1/ le modèle transformationnel linéaire, qui induit des représentations successives en parcourant progressivement les échelles ; 2/ le modèle paramétrique, qui nécessite l'identification des paramètres de l'analogon, pour dans un second temps faciliter l'exploration de l'espace des solutions, à travers la mise en variation de la valeur de ces paramètres ; 3/ le modèle génératif, qui enrichit l'approche paramétrique en automatisant l'exploration de l'espace des solutions à l'aide d'algorithmes. Cette approche générative renouvelle et inverse les activités de conception, tout en offrant des modes de visualisation de l'espace des solutions, et des fonctionnalités d'interaction avec celui-ci.

Ainsi nous proposons d'implémenter les briques logiciels existantes du domaine de l'IA dans les environnements de conception des architectes et de développer une interface de navigation au sein de l'espace latent. Nous envisageons notamment l'implémentation d'un auto-encodeur, entraîné à partir d'un jeu de données constitué à l'aide d'un modèle paramétrique, d'une fonction d'évaluation de la performance, et de la génération des solutions à l'aide d'un algorithme génétique. Il s'agira ensuite d'interagir avec l'espace latent pour sélectionner des performances et identifier les géométries correspondantes.

### **Méthodologie :**

A partir de l'analyse de la littérature dans les domaines de la conception numérique, de la créativité computationnelle, des techniques informatiques de l'apprentissage machine et notamment des auto-encodeur, nous proposerons un développement informatique. Celui-ci sera envisagé en s'appuyant sur un cas d'étude réel proposé par l'agence. Les travaux seront mis à l'épreuve et ils feront l'objet d'évaluations à travers différentes expérimentations et mises en pratiques.

Ces expérimentations permettront de caractériser les postures de conception, de mesurer et décrire les types et niveaux de créativité qui accompagnent ces instrumentations, nous envisagerons les niveaux d'acceptation, les limites et les freins associés à l'usage de ces techniques.

### **Planning prévisionnel et déroulement de la thèse :**

Le contrat CIFRE sera signé pour une période de 3 ans. Le début de la thèse est envisagé pour décembre 2024 avec une inscription à l'École Doctorale SHPT de l'UGA, mention architecture.

### **Moyens mis à disposition par les partenaires et encadrement :**

- Le LAB R+T met à disposition ses locaux, outils et méthodes. Le doctorant interagira avec les équipes d'architecture, urbanisme et paysage. Le ou la doctorante sera placée sous la responsabilité d'**Olivier Bocquet** (Architecte, Dir LAB R+T). Les équipes du LAB R+T sont basées) Marseille.
- Le laboratoire MHA met à disposition ses locaux, outils et méthodes. Le doctorat interagira avec les enseignants-chercheurs de l'unité ainsi qu'avec les équipes de recherche du Studio Recherche et Création (CEA-MHA/ENSAG/UGA). Le ou la doctorante se placée sous la direction de **Philippe Marin** (Pr, HDR). Le laboratoire MHA est localisé à Grenoble.

### **Compétences requises :**

Inscrites dans le domaine de l'architecture, la thèse a une dimension interdisciplinaire, à la frontière entre les sciences de la conception, les disciplines de la création, les sciences de l'information et de l'informatique, les sciences de l'ingénieur.

Le ou la candidate devra faire preuve de son intérêt pour la thématique, d'une connaissance préalable des enjeux scientifiques du numérique pour la conception, de son aptitude à mener des recherches empiriques, et sa capacité à croiser les apports théoriques des différentes disciplines sera appréciée.

### **Modalités de recrutement du candidat :**

L'appel à candidature est lancé le 16 septembre, **il reste ouvert jusqu'au 16 octobre.**

Le dossier de candidature intègrera :

- Une lettre de motivation
- Un CV
- Un portfolio présentant les travaux du candidat
- Une copie du relevé de note de Master

Les personnes présélectionnées sur la base du dossier seront reçues en entretien.

Les candidatures peuvent être envoyées au fil de l'eau par mail aux adresse suivantes :

- Olivier BOCQUET [o.bo@rougerie-tangram.com](mailto:o.bo@rougerie-tangram.com)
- Philippe MARIN [philippe.marin@grenoble.archi.fr](mailto:philippe.marin@grenoble.archi.fr)

### Bibliographiques indicatives :

1. DANHAIVE R. et MUELLER C.T., 2021. « Design subspace learning: Structural design space exploration using performance-conditioned generative modeling », *Automation in Construction*, vol. 127, juillet 2021, p. 103664, ISSN: 09265805 <DOI: [10.1016/j.autcon.2021.103664](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103664)>.
2. MIGUEL J.D., VILLAFANE M.E., PISKOREC L. et SANCHO-CAPARRINI F., 2019. « Deep Form Finding Using Variational Autoencoders for deep form finding of structural typologies », in: *Blucher Design Proceedings*, Porto, Portugal : Editora Blucher, décembre 2019, p. 71-80 <DOI: [10.5151/proceedings-caadesigradi2019\\_514](https://doi.org/10.5151/proceedings-caadesigradi2019_514). URL: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/34158>. Consultation: 12/10/2023>.
3. SALAMANCA L., APOLINARSKA A.A., PEREZ-CRUZ F. et KOHLER M., 2023. « Augmented Intelligence for Architectural Design with Conditional Autoencoders: Semiramis Case Study », in C. GENGNAGEL, O. BAVEREL, G. BETTI, M. POPESCU, M.R. THOMSEN et J. WURM (dir.), *Towards Radical Regeneration*, Cham : Springer International Publishing, 2023, p. 108-121., ISBN: 978-3-031-13248-3 <DOI: [10.1007/978-3-031-13249-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-13249-0_10). URL: [https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-13249-0\\_10](https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-13249-0_10). Consultation: 05/02/2023>.
4. Boden M.A., 2004. *The creative mind: myths and mechanisms*, 2nd ed, London : Routledge, 2004, ISBN: 978-0-203-50852-7.
5. Campo M. del et Leach N. (dir.), 2022. *Machine hallucinations: architecture and artificial intelligence*, Oxford: John Wiley & Sons (Architectural design Profile, no 277), 2022, 144 p. , ISBN: 978-1-119-74884-7.
6. Cardon D., Cointet J.-P. et Mazières A., 2018. « La revanche des neurones: L'invention des machines inductives et la controverse de l'intelligence artificielle », *Réseaux*, n° 211, n° 5, 2018, p. 173, ISSN: 0751-7971, 1777-5809 <DOI: [10.3917/res.211.0173](https://doi.org/10.3917/res.211.0173)>.
7. Estevez D., 2001. *Dessin d'architecture et infographie: l'évolution contemporaine des pratiques graphiques*, Paris : CNRS Éditions, 2001, 191 p. , ISBN: 978-2-271-057990.
8. Holland J.H., 1992. *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*, 1st MIT Press ed, Cambridge, Mass: MIT Press (Complex adaptive systems), 1992, 211 p. , ISBN: 978-0-262-08213-6.
9. Leach N., 2021. *Architecture in the age of artificial intelligence: an introduction for architects*, London ; New York : Bloomsbury Visual Arts, 2021, 1 p. , ISBN: 978-1-350-16555-7.
10. Picon A., 2020. « What About Humans? Artificial Intelligence in Architecture », in P.F. Yuan, M. Xie, N. Leach, J. Yao et X. Wang (dir.), *Architectural Intelligence*, Singapore : Springer Nature Singapore, 2020, p. 15-29., ISBN: 9789811565670 <DOI: [10.1007/978-981-15-6568-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6568-7_2)>.
11. Whitelaw M., 2006. *Metacreation: Art and Artificial Life*, [s.l.] : The MIT Press, 17 2006, 296 p. , ISBN: 0-262-73176-2.