



Sujet de thèse à pourvoir

Graphe de métadonnées ouvert pour les Jumeaux numériques de territoires

Date de démarrage : rentrée 2026

Candidature : Votre candidature composée de : cv, lettre de motivation, relevé de notes de master, indication de personne à contacter pour des recommandations est à transmettre d'ici le 30 juin 2026 à benedicte.bucher@ign.fr.

Contexte et objectifs :

Le programme national [JUNN](#) vise à aider les territoires à s'engager dans une transition écologique grâce à leurs jumeaux numériques. Le jumeau d'un territoire doit en particulier aider à atteindre un diagnostic de territoire partagé en se fondant sur les données disponibles. Le principe général est de s'appuyer sur une représentation numérique (scène 3D et indicateurs) qui évolue au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles données ou encore de nouvelles questions avancées par les acteurs, en temps réel ou par l'entremise d'un ingénieur.

L'objet de cette thèse est de proposer un tel modèle de mise à jour d'une représentation d'un territoire lors d'un diagnostic partagé, par les acteurs susceptibles d'apporter de nouvelles données ou de poser de nouvelles questions, qui vont de la collectivité, à l'aménageur, aux habitants ainsi qu'aux scientifiques et aux fournisseurs de données.

L'approche visée se fonde sur un graphe de connaissances (KG) qui permette de référencer différentes sources de données hétérogènes, de représenter la vue courante, de reformuler des questions en spécifications d'une nouvelle vue, de proposer une évolution de la vue courante vers la nouvelle vue. On s'intéressera particulièrement à l'édition de ce KG représentant le JNT en proposant une interface de visualisation et d'interaction avec lui, combinée à la vue du territoire.

Ce KG adresse donc deux enjeux :

- La découverte et l'intégration de nouvelles données au fur et à mesure des questions soulevées, en faisant évoluer la représentation pour qu'elle reste lisible. Ces données peuvent provenir d'autres jumeaux. On s'appuie ici sur la littérature sur la production de graphes qui relient des concepts d'intérêt à des ressources pertinentes pour dériver des cartes qui les représentent, incluant des jeux de données décrits dans des catalogues, des APIs, et des traitements (opérations d'analyse spatiale, formule de calcul d'un indicateur). La production de tels KG peut

s'appuyer sur le travail de modélisation conduit par des experts, sur une plate-forme collaborative, sur l'import de graphes ouverts, ainsi que sur les avancées des LLM.

- La prise en compte de la diversité des points de vue des acteurs. Le Web sémantique renforce le caractère auto-porteur des représentations en liant données aux métadonnées, de façon à permettre à chacun d'accéder, depuis la donnée, à sa sémantique. Il peut aussi représenter le contexte utilisateur pour adapter la représentation à l'utilisateur. Le graphe de métadonnées doit permettre de générer de nouvelles descriptions pour les données affichées dans la carte ou dans la scène 3D, et les constats posés dans le diagnostic.

Cette thèse prend place dans le lot du projet JUNN sur l'interopérabilité des données ainsi que le lot sur l'interface d'interaction et de visualisation. Un premier cas d'usage précis est défini pour le démarrage du travail de thèse : le diagnostic du parc de logements d'une ville et l'étude de trajectoires possibles reposant sur des opérations de densification. Il pourra évoluer pour s'articuler avec les autres travaux en cours dans JUNN.

Laboratoire d'accueil :

La thèse sera accueillie au sein de l'équipe MEIG du laboratoire [LASTIG](#) de l'Université Gustave Eiffel, IGN-Géodata Paris et l'EIVP, localisée sur le [campus de Champs sur Marne](#) (à 20mn de Paris, RER A Noisy Champs). L'équipe conduit des recherches sur l'extraction, la structuration, la qualification et la combinaison de l'information géographique issue des sources plus ou moins structurées. La thèse pourra s'appuyer sur la découverte de jeux de données fondée sur les graphes de connaissances, ainsi que la représentation d'un territoire en fonctionnement via des indicateurs et des changements topographiques. Elle sera co-encadrée à l'équipe [WIMMICS](#) de l'INRIA qui se spécialise sur la représentation et la gestion de connaissances dans des modèles orienté graphe et dans un contexte ouvert, tout particulièrement le Web.

Prérequis :

Le-a candidat-e doit être titulaire d'un master 2 en géomatique, avec une bonne compétence en informatique et en modélisation, ou d'un master 2 en informatique, avec une bonne compétence sur les données géographiques et outils associés, notamment données structurées.

La thèse se déroule dans un cadre partenarial et demande des qualités d'ouverture, une aptitude à communiquer avec des participants qui peuvent être de disciplines différentes ou encore appartenir à des équipes de développement.

Le-a candidat-e doit s'exprimer de façon fluide en français ainsi qu'en anglais pour pouvoir participer à des réunions ou séminaires dans les deux langues.

Références indicatives :

Pan, S., Luo, L., Wang, Y., Chen, C., Wang, J., & Wu, X. (2023). Unifying Large Language Models and Knowledge Graphs: A Roadmap. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 36, 3580-3599.

Benjira, W., Travers, N., Atigui, F., Bucher, B., Grim-Yefsah, M. (2025) SDG-KG: A Framework to Compute SDG Indicators with Open Data. *Proceedings of the VLDB Endowment*, London, United Kingdom. doi :10.14778/3750601.3750673

Menin, A., Michel, F. and Faron, C. (2026) VENUS: A Declarative Visualization Library for Knowledge Graph Exploration. *ESWC 2026* (to appear)

Taghzouti, Y., Michel, F., Jiang, T., Nothias, L.-F., Gandon, F. (2025) Q²Forge: Minting Competency Questions and SPARQL Queries for Question-Answering Over Knowledge Graphs. *K-Cap 2025*

Bucher, B., Raimbault, J., Ndim, M., Raimond, A.-M., Perret, J., et al.. (2025) A Model of Building Changes to Support Comparative Studies and Open Discussions on Densification. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol 14 (4), pp.155.

G. Mai, K. Janowicz, R. Zhu, L. Cai, and N. Lao. Geographic question answering: Challenges, uniqueness, classification, and future directions. *AGILE: GIScience Series*, 2:8, (2021). doi: 10.5194/agile-giss-2-8-2021. URL <https://agile-giss.copernicus.org/articles/2/8/2021/>.