

1) Description de l'entité et de l'équipe (maximum 1500 caractères espaces compris)

L'ambition de la Division Innovation est de porter plus loin l'innovation d'Orange et de renforcer son leadership technologique, en mobilisant nos capacités de recherche pour nourrir une innovation responsable au service de l'humain, éclairer les choix stratégiques du Groupe à long terme et influencer l'écosystème digital mondial.

Les travaux de l'équipe d'accueil contribuent directement aux activités d'innovation menées pour le compte du groupe Orange, avec des perspectives de concrétisation rapide, à travers l'implémentation dans les infrastructures exploitées au sein de l'entreprise.

Ces travaux prennent place au sein d'une des plateformes d'intégration de la recherche définies par la division Recherche d'Orange: Thing'In the future (www.thinginthefuture.com). Une trentaine de personnes contribuent actuellement à la construction de la plateforme, dont 9 se trouvent sur le site de Cesson-Sévigné dans l'équipe d'accueil du doctorant. Ces personnes font partie d'une équipe experte en stockage et systèmes distribués (20 personnes), composée d'ingénieurs de recherche, d'architectes, de chef de projets, de développeurs, de thésards et de stagiaires. De plus le ou la doctorant(e) sera donc amené(e) à collaborer avec les équipes projets qui utilisent cette plateforme.

L'équipe coopère aussi avec d'autres partenaires (académiques ou industriels) via des projets collaboratifs nationaux ou européens (BIM2TWIN, EBSI, ASAP).

2) Description de la mission et des activités (maximum 3 000 caractères espaces compris)

▪ Contexte et problématique

Votre rôle est d'effectuer un travail de thèse sur « **Algorithmes d'apprentissage dynamique pour le jumeau numérique du territoire** ».

Le jumeau numérique fait partie des grandes tendances technologiques stratégiques [1]. Dans le cas du jumeau numérique du territoire [2], la multiplicité des acteurs mettant en œuvre de façon collective une description numérique du territoire, induit une difficulté de réconciliation des données, et donc une barrière à l'interopérabilité des systèmes de jumeaux numériques. Bien que des approches de réconciliation puissent être mises en œuvre en amont [5], il est nécessaire de mettre en œuvre des systèmes correctifs, en aval. Ces systèmes, nécessairement automatisés, peuvent tirer parti d'algorithmes d'apprentissage pour prévenir, détecter, corriger les inconsistances, incohérences, erreurs [7][6].

▪ Objectif scientifique – résultats et verrous à lever

L'objectif de la thèse est de mettre en œuvre des nouvelles méthodes d'apprentissage dédiées aux graphes de jumeaux numériques.

Les verrous scientifiques de ces travaux sont :

- Définition de modèles d'apprentissage pour les graphes dynamiques (évolutifs) [3]
- Réconciliation de données hétérogènes dans le processus d'apprentissage, ainsi que des schémas de données [4]
- Explicabilité et sécurisation des processus d'apprentissage [8]

▪ Approche méthodologique

- Etude de l'état de l'art des approches d'apprentissage pour graphes dynamiques et hétérogènes

- Développement des modèles d'apprentissage, expérimentations et intégration dans la plateforme ThingIn
- Mise en œuvre des algorithmes pour des prototypes de jumeaux numériques du territoire

Les travaux et les prototypes développés devront donner lieu à des publications dans le domaine du de l'IA, web sémantique, systèmes distribués.

[1] <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-02-20-gartner-survey-reveals-digital-twins-are-entering-maj>

[2] White, G., Zink, A., Codecá, L., & Clarke, S. (2021). A digital twin smart city for citizen feedback. *Cities*, 110, 103064.

[3] Kazemi, S. M., Goel, R., Jain, K., Kobzyev, I., Sethi, A., Forsyth, P., & Poupart, P. (2020). Representation Learning for Dynamic Graphs: A Survey. *J. Mach. Learn. Res.*, 21(70), 1-73.

[4] Saebi et al. - 2020 - Heterogeneous Relational Reasoning in Knowledge Gr.pdf

[5] Bakerally, Noorani, et al. "Semi-automatic RDFization Using Automatically Generated Mappings." *European Semantic Web Conference*. Springer, Cham, 2020.

[6] Paulheim, H. (2017). *Knowledge graph refinement: A survey of approaches and evaluation methods*.

[7] Wu, Y., Dai, H. N., & Tang, H. (2021). Graph neural networks for anomaly detection in industrial internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*.

[8] Zhang, X., & Zitnik, M. (2020). GnnGuard: Defending graph neural networks against adversarial attacks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 9263-9275.

3) Profil recherché externe/compétences (maximum 3 000 caractères espaces compris)

- **Compétences (scientifiques et techniques) et qualités personnelles exigées par le poste**

Les compétences requises sont celles attendues par un niveau master/école d'ingénieur en informatique. Une expérience notable dans un ou plusieurs des domaines ci-dessous sera grandement appréciée :

- Intelligence artificielle : apprentissage automatique (général), (Graph) Neural Networks, embeddings
- Systèmes et frameworks d'analytics temps réel, et/ou graphes (pregel, networkx, spark)
- Bases de données NoSQL, bases de données Graphe
- Systèmes répartis/distribués, big data
- Web sémantique

Pour l'implémentation des prototypes, des algorithmes conçus et leur validation par des simulations, des compétences en programmation sont absolument nécessaires.

Le ou la candidat-e devra faire preuve de curiosité et d'autonomie. Il devra avoir une bonne maîtrise de l'anglais (écrit et oral). La maîtrise du français est un plus mais n'est pas obligatoire.

- **Formation demandée (master, diplôme d'ingénieur, doctorat, domaine scientifique et technique ...)**

Master ou école d'ingénieur en informatique.

- **Expériences souhaitées (stages, ...)**

La réalisation de projets et/ou de stages liés aux compétences ci-dessus seront fortement appréciés.

4) Le plus de l'offre/perspectives (maximum 1 500 caractères)

- **Qu'est ce qui fait la valeur ajoutée de cette offre ?**

- Vous intégrerez une équipe pluridisciplinaire et bénéficierez de l'expertise de ses développeurs, chercheurs, architectes,
- Vous travaillerez sur un projet de recherche fédérateur qui met en avant les collaborations avec divers partenaires industriels et académiques, où vos capacités d'analyse et votre créativité seront stimulées,

- Les travaux sur les jumeaux numériques étant centraux dans le développement de la plateforme Thing in the future, vos travaux pourront être mis en avant par Orange comme des éléments innovants et différenciant dans ses futurs services.