

## SUJET DE THESE G-SCOP 2019\*

**Titre de la thèse** : Visualisation Immersive et Interactive de Graphes de Connaissances dans un Environnement de Conception Assistée par Ordinateur.

**Directeur(s) de thèse** : Romain Pingué, Frédéric Noel

**Ecole doctorale** : ED I-MEP2

**Date de début** (souhaitée) : 01/09/2019

**Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels** : (Merci de préciser si vous demandez (ou avez déjà obtenu) une allocation de recherche de votre Ecole Doctorale / de la Région/ contrat industriel, ... etc)

**[Financement]** La demande d'une allocation de recherche de l'école doctorale I-MEP2 est en cours.

**[Partenaires]** La thèse de doctorat ne fait appel à aucun partenaire hormis les contacts industriels qui, d'une part, fourniront des données opérationnelles et, d'autre part, expérimenteront l'environnement virtuel.

**[Contexte]** Le doctorant réalisera ses activités de recherche à proximité de l'équipe encadrante du G-SCOP sur le site Felix Viallet de Grenoble INP – Génie Industriel. Il disposera donc de tous les moyens nécessaires pour mener à bien sa mission de recherche, en particulier des équipements matériels de réalité virtuelle et augmentée disponibles sur la [plateforme Vision-R](#). Le doctorant sera néanmoins encouragé à se déplacer pour rencontrer ses pairs et partager ses résultats dans des groupes de travail scientifiques et conférences en France et à l'étranger.

### Description du sujet :

**[Contexte]** La conception d'un système technique complexe est une activité qui requiert l'application de nombreuses règles techniques. Ainsi, pour éviter que les concepteurs fournissent des solutions de conception insatisfaisantes, les entreprises capitalisent leur savoir-faire sous forme de règles de conception.

**[Problématique]** Les règles de conception sont des énoncés multi-représentés (texte, image, tableau, courbe, capture de DMU 3D, etc.) que les entreprises stockent dans des documents de plusieurs milliers de pages. L'utilisation de documents non structurés pour le stockage rend la capture, la recherche, l'exploitation, la vérification, et la gestion des règles de conception quasi impraticables. En effet, le concepteur n'a pas d'autre moyen que de chercher les documents applicables à son contexte de conception, de parcourir les centaines ou milliers de pages qu'il contient, et de ne conserver que

---

\* Envoyer le document rempli à [g-scop.directeur@grenoble-inp.fr](mailto:g-scop.directeur@grenoble-inp.fr) avant le **21 mars 2019**.  
Mettre Fadila Messaoud ([Fadila.messaoud@grenoble-inp.fr](mailto:Fadila.messaoud@grenoble-inp.fr)) en copie si vous souhaitez l'affichage de votre sujet sur le site web de G-SCOP.

les règles auxquelles sa solution doit satisfaire. Pour répondre à cette problématique, Pingué et al. [1] en étroite collaboration avec le service R&D PLM de Capgemini et ses concepteurs en mission chez de grands constructeur aéronautique (Airbus, Safran, etc.), ont proposé un assistant de conception facilitant l'exploitation d'un gros volume de règles de conception. L'assistant de conception repose sur un graphe de connaissances dont les instances d'entités et de relations sont automatiquement alimentées pas une phase de traitement d'un ou plusieurs corpus de règles de conception. Malgré une amélioration significative de la structuration des informations, la très grande dimension de ces dernières (nombre d'entités et de relations) rend leur visualisation et leur exploitation toujours difficile.

**[Etat de l'art et objectifs]** Pour explorer des données de grande dimension, il existe deux grandes approches non mutuellement exclusives. Soit on cherche à réduire la dimension des données via des méthodes statistiques et géométriques (e.g. PCA, t-SNE [2], etc.), soit on cherche à artificiellement augmenter les dimensions de la scène en inventant de nouvelles métaphores de visualisation et d'interaction. Il sera intéressant d'étudier comment une combinaison parcimonieuse des deux approches pourrait apporter de la valeur à un concepteur qui navigue dans un graphe de règles de conception. Parmi les métaphores de visualisation de graphe à grande dimension, on accordera une importance à l'exploration hiérarchique multi-échelle [3], [4] et dynamique [5].

En plus de trouver une solution de visualisation interactive des données de grande dimension en conception, la thèse de doctorat s'intéressera à la fusion des représentations multiples. En effet, une règle de conception est un énoncé hybride qui conjugue du texte, des images, des tableaux, des courbes, etc. Le fait de stocker ces représentations dans des documents force à un agencement linéaire bidimensionnel dans lequel les règles se suivent selon une organisation systématique texte-illustration. Le doctorant aura donc pour mission d'inventer de nouvelles scènes de réalité virtuelle et augmentée qui fusionnent les règles métiers et les modèles (mécanique 3-D, cinématique 3-D, multi-physique n-D, etc.) servant de représentations intermédiaires dans lesquelles les règles doivent être implémentées. La scène de visualisation interactive pourra opérer selon deux modes. Un premier mode dit standalone dans lequel le concepteur naviguera à la demande. Le second mode, lui, sera intégré à un outil de CAO permettant une évolution dynamique des contenus se rapprochant ainsi d'une CAO augmentée ou 4-D.

Enfin, en substituant le périphérique de réalité virtuelle (e.g. mini CAVE ou casque HTC vive) par un casque de réalité augmentée Microsoft HoloLens, dans un objectif d'apprentissage continu [6], il sera intéressant de fournir le service inverse, c'est-à-dire de permettre à un concepteur d'observer un objet physique et de l'enrichir des règles de conception applicables issues du graphe de connaissances.

**Contact(s)** : [romain.pinguie@grenoble-inp.fr](mailto:romain.pinguie@grenoble-inp.fr) et [frederic.noel@grenoble-inp.fr](mailto:frederic.noel@grenoble-inp.fr)

**Souhaitez-vous l'affichage du sujet sur le site web de G-SCOP :**  **oui**  **non**

**ENGLISH VERSION (Please provide the English version as well, for the web site)**

**Title:** Immersive and Interactive Visualisation of Design Knowledge Graphs in a Computer Aided Design Environment.

**Brief Description:** To avoid design errors, companies collect massive sets of design rules. Although recent research studies have proposed to replace unusable documents with graph-oriented knowledge structures (e.g. ontologies, graph databases, etc.), the size of the knowledge graph remains too large to be efficiently used. The Ph.D thesis therefore aims at inventing new interactive virtual and augmented reality scenes for visualizing design rules stored in a high dimensional knowledge graph. The new interactive visuals shall enable a designer to easily retrieve, learn, and satisfy design rules and consequently provide proof designs. In addition to facilitate the exploration of design rules, the virtual environment shall provide new visual metaphors that ease the fusion of the multiple design rule representations (text, 2D image, table, chart, etc.) and the models (3D kinematics, 3D geometric DMU, 0D multi-physics, etc.) within which the rules are implemented. Augmented reality technology could

finally serve as a means for continuous learning if the application enables a designer to observe a physical product enriched with design rules annotations queried from the knowledge graph.

## Bibliographie

- [1] R. Piquié, P. Véron, F. Segonds, and T. Zynda, "A Property Graph Data Model for a Context-Aware Design Assistant," in *IFIP 16th International Conference on Product Lifecycle Management*, 2019.
- [2] Laurens van der Maaten and G. Hinton, "Visualizing Data using t-SNE," *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 9, pp. 2579–2605, 2008.
- [3] D. Archambault, T. Munzner, and D. Auber, "Tugging graphs faster: Efficiently modifying path-preserving hierarchies for browsing paths," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 17, no. 3, pp. 276–289, 2011.
- [4] C. Vehlow, T. Reinhardt, and D. Weiskopf, "Visualizing fuzzy overlapping communities in networks," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 19, no. 12, pp. 2486–2495, 2013.
- [5] B. Bach, E. Pietriga, and J. D. Fekete, "Graphdiaries: Animated transitions and temporal navigation for dynamic networks," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 20, no. 5, pp. 740–754, 2014.
- [6] M. Figueiredo, P. J. S. Cardoso, J. M. F. Rodrigues, and R. Alves, "Learning Technical Drawing with Augmented Reality and Holograms," *Recent Adv. Educ. Technol. Methodol.*, pp. 1–20, 2017.