

Formalisation de la Cohérence entre Modèles

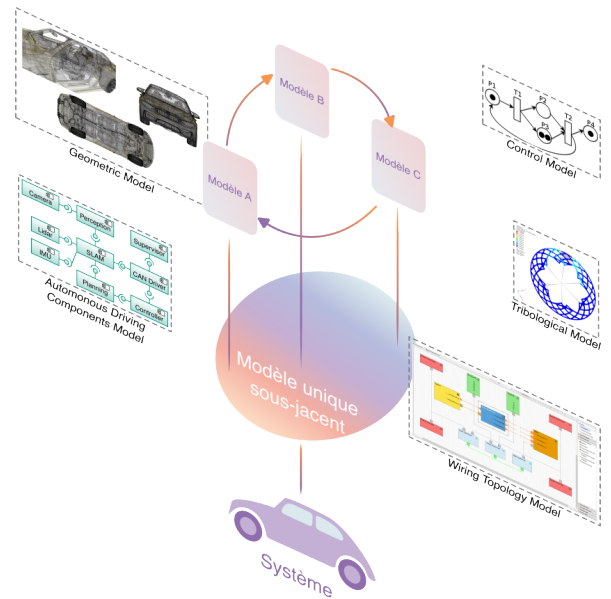
Informations

Référent scientifique Romain Pascual

Laboratoire Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes (MICS)

Bureau SC. 101, Bâtiment Bouygues

Mail romain.pascual@centralesupelec.fr



Contexte général du projet

Les modèles sont des artefacts au cœur du développement logiciel et de la modélisation de systèmes complexes. En ingénierie dirigée par les modèles (*Model-Driven Engineering* – MDE), on utilise plusieurs modèles interconnectés pour décrire un système à différents niveaux d'abstraction et selon différents points de vue (structure, comportement, etc.). Cette pluralité des descriptions crée la nécessité de garantir la cohérence de ces modèles, surtout lorsque les systèmes gagnent en complexité.

Les modèles peuvent être traités comme des boîtes noires, manipulées par des transformations, ou simulateurs, sans explicitation formelle de leur structure. Par exemple, l'article [3] propose une approche abstraite pour raisonner sur la cohérence multi-vues indépendamment de la structure interne. L'objectif de ce projet est de reprendre cette démarche en rendant au contraire la structure des modèles explicite: par exemple sous forme de graphes typés, de préfaisceaux, ou même d'objets plus abstraits issus de la théorie des catégories [2, 4] (colagèbres, catégories fibrées) et en particulier de celle des topoi [1] (topoi relatifs) [1, 2].

Ces cadres offrent des outils pour raisonner de manière logique et modulaire sur les modèles et leurs relations. Le projet visera à explorer comment ces structures peuvent enrichir notre compréhension de la cohérence en ingénierie des modèles.

Description du sujet

L'étudiant·e explorera comment représenter différents points de vue sur un système comme des objets organisés au-dessus d'un métamodèle, via le formalisme des catégories fibrées ou des topoi relatifs. L'étudiant·e étudiera ensuite la formulation explicite de contraintes de cohérence à l'aide de la logique interne de chaque fibre. On étudiera notamment si les résultats de [3] se généralisent dans ce cadre. Selon les intérêts de l'étudiant·e, le projet pourra prendre une orientation plus théorique (catégories, logique) ou plus appliquée (représentation, modélisation, encodage). Ce projet constitue une bonne introduction à la recherche en fondements formels du MDE.

Compétences souhaitées (ou à acquérir)

- Intérêt pour les fondements mathématiques et la modélisation abstraite.
- Bases en logique ou en structures discrètes (graphes, ensembles, relations).
- Curiosité pour les langages ou outils de modélisation (UML, Simulink, etc.).

Références

- [1] Olivia Caramello and Riccardo Zanfa. Relative Topos Theory via Stacks, July 2021.
- [2] José Luiz Fiadeiro. *Categories for Software Engineering*. Springer-Verlag, 2005.
- [3] Romain Pascual, Bernhard Beckert, Mattias Ulbrich, Michael Kirsten, and Wolfram Pfeifer. Formal Foundations of Consistency in Model-Driven Development. In *ISoLA*, 2025.
- [4] David I. Spivak. *Category Theory for the Sciences*. The MIT Press, 2014.