

## ÉLÉMENT DE PORTFOLIO 01



### Publication

## 1 DÉFINITION DE CET ÉLÉMENT

**Titre de l'élément : Approaches to Co-Evolution of Metamodels and Models : A Survey. Publié dans la revue IEEE Trans. Software Eng. 43(5) : 396-414 (2017)**

**URL de l'élément :** <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-01525676>

## 2 MOTIVATIONS DU CHOIX DE CET ÉLÉMENT

Notre choix s'est porté sur cet article du fait du travail conséquent qui a été mené pour cette étude de l'état de l'art sur la co-évolution des méta-modèles et modèles. Au-delà de l'étude de l'état l'art, celle-ci a permis de poser des fondements solides pour la suite de nos contributions sur l'évolution des méta-modèles et de son impact sur les modèles instances. Elle a posé une taxonomie et un Framework pour la comparaison des solutions de co-évolution utilisables par tout chercheur du domaine. Elle est aussi le fruit d'une collaboration industrielle et académique dans le cadre du projet FUI MONOGE<sup>1</sup>. Ce dernier regroupait les partenaires suivants : le LIP6 (lead : R. Bendraou, D-E. Khelladi, aujourd'hui chercheur CNRS au sein de l'équipe INRIA Diverse, Post-Doc : R. Hebig, aujourd'hui Professeur à l'université de Rostock), Mines Nantes (lead : J. Cabot), la DCNS (Naval group) Mia Software (Nantes) et Softeam (Paris).

## 3 PRÉSENTATION DE CET ÉLÉMENT

### 3.1 Importance de la co-évolution

L'utilisation des DSML a permis d'augmenter la productivité logicielle dans certains domaines applicatifs allant de 200 % à 750 % (domotique, commutateurs téléphonique, applications web et mobiles). Aujourd'hui, presque tous les domaines commerciaux et industriels ont un DSML dédié et de nombreux outils sont fournis pour aider les entreprises à concevoir leur propre langage de modélisation. Cependant, les DSML ne viennent pas seuls. Leur productivité est principalement assurée par l'écosystème qui en découle. Celui-ci comprend des générateurs de code, des éditeurs de texte et d'interfaces graphiques, des moteurs de vérification de règles ainsi que de nombreux autres artefacts qui constituent la chaîne du développement logiciel. Toute modification du métamodèle peut avoir un impact conséquent sur cette dernière. Airbus, Naval Group et Thales, avec lesquelles nous avons collaboré sur les projets de recherche Galaxy, MoNoGe et MeRGE, ont mentionné que certains modèles pouvaient comporter jusqu'à 500 000 éléments de modèle à migrer en cas d'évolution du DSML. Les contraintes OCL constituent un autre exemple d'artefacts susceptibles d'être affectés par l'évolution du métamodèle. Le métamodèle UML en contient plus de 700 ! Par exemple, lors de l'évolution des diagrammes de classe UML de la version 1.5 à 2.0, 238 éléments de langage ont été ajoutés, supprimés ou modifiés impactant ainsi des centaines de règles OCL. Les verrous liés à la problématique de la co-évolution elle-même ne seront pas abordés ici mais sont détaillés dans la section présentant les axes de recherche de l'équipe.

### 3.2 Contributions

Une multitude d'approches de co-évolution de métamodèle/modèle ont été proposées au cours des dix dernières années. Cependant, leur diversité, l'absence de taxonomie précise, de classification des solutions, mettent les acteurs industriels dans la difficulté pour choisir une approche plutôt qu'une autre. Dans cet article, nous avons mené une étude sur 31 approches de co-évolution de métamodèle/modèle et avons réalisé les contributions détaillées dans les paragraphes suivants.

1. Projet MoNoGe <https://monoge.lip6.fr/index.html> (page vérifiée : 08/03/2023)

### 3.3 Identification des approches

Le premier objectif était de recenser toutes les approches pertinentes qui traitent de la co-évolution. Nous avons donc effectué une recherche documentaire systématique, comme le décrit Kitchenham [1]. Ce processus a permis d'identifier plus de 130 articles. Dans l'étape suivante, nous avons réexaminé ces articles afin d'exclure les candidats non pertinents. Nous avons aussi exclu les articles qui ne présentaient pas d'approches soutenant la co-évolution MM-M. Nous avons accepté d'inclure dans notre enquête 56 articles appartenant à 31 approches différentes que nous avons par la suite catégorisées en six groupes tels que présentés dans le papier.

### 3.4 Création de la taxonomie

Dans un premier temps, nous avons systématiquement lu tous les articles et recueilli des informations sur les techniques proposées. Nous avons ainsi obtenu une taxonomie unifiée et révisée pour le domaine, qui est suffisamment complète pour couvrir les tâches et les spécificités des approches existantes, ainsi que les potentielles variations. La taxonomie couvre l'identification des types de changements possibles de méta-modèles sur lesquels nous avons posé des définitions formelles. Elle définit également les étapes du processus de co-évolution qui sont 1) la capture des changements, 2) identification du type de changements selon les définitions formelles que nous avons fournies et 3) impact de l'évolution du méta-modèle sur les modèles instances. Sur chacune de ces trois étapes, nous avons rigoureusement identifié toutes les stratégies et techniques proposées par l'état de l'art que nous avons par la suite catégorisées et formalisées par des Features modèles.

### 3.5 Classification des approches

Dans un second temps, nous avons repris les articles identifiés afin d'évaluer systématiquement la manière dont les étapes de la co-évolution telles que décrites dans notre taxonomie étaient prises en charge par les différentes approches. Pour chaque approche, nous avons également étudié attentivement les articles sélectionnés et les sites web référencés pour savoir si une mise en œuvre de l'approche a été fournie et si elle était accessible. Cette classification est présentée sous forme de deux grands tableaux.

### 3.6 Aide à la décision

Notre ultime objectif est d'aider les utilisateurs à choisir entre les approches existantes. Cette aide à la décision permet à l'utilisateur de naviguer entre les différentes caractéristiques prises en compte dans la taxonomie que nous avons fournie. Sur la base des conséquences du choix d'une caractéristique, nous avons identifié des questions que les utilisateurs potentiels devraient prendre en considération. Ces questions concernent l'exactitude des résultats requis, le degré d'automatisation nécessaire, la capacité à consacrer des efforts à l'adoption et à l'application de l'approche, ainsi que les contraintes organisationnelles susceptibles d'influer sur l'applicabilité d'une approche. Pour chaque question, nous proposons des critères qui peuvent être utilisés pour identifier les approches les plus adéquates. Le résultat final se présente sous la forme d'arbres de décisions qui peuvent être utilisés pour guider l'adoption de l'approche de co-évolution répondant au mieux aux besoins de l'utilisateur.

## 4 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Barbara Kitchenham. Procedures for performing systematic reviews. Keele university. technical report tr/se-0401, Department of Computer Science, Keele University, UK, 2004.