الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 8 ماي 1945 - سيدي بلعباس
Ecole Supérieure en Informatique-08 Mai

Mémoire de Fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme **d'ingénieur d'état**

Filière: **Informatique**

Spécialité: **Système d'Information et Web (SIW)**

Memoire

Building Tool Based on Model Driven Engineering to Analyse TypeScript/Angular Applications

---

Présenté par:
Belhadj Mohammed El Amin

Soutenu le: **Sept, 2025**
Devant le jury composé de :

Pr. AMAR BENSABER Djamel	President
Pr. BENSLIMANE Sidi Mohammed	Encadreur
Dr. HLAD Nicolas	Encadreur
Dr. VERHAEGHE Benoit	Encadreur
Dr. BEZZAOUCHA Fatima Souad	Examinatrice

Année Universitaire: 2024/2025

Abstract

The rise of modern web technologies such as Angular and TypeScript has enabled the creation of large and sophisticated applications, but it has also introduced new challenges for software analysis, quality assurance, and maintainability. While static code analysis provides useful insights, it remains limited in capturing the full structure and architecture of such systems. To overcome these limitations, Model-Driven Engineering (MDE) promotes the use of abstract models defined by precise metamodels, making it possible to conduct reusable and in-depth analyses. In this context, the FAMIX metamodel and the Moose platform have already proven their relevance, especially for languages such as Java through the stable VerveineJ importer. However, for TypeScript/Angular, the situation was still immature. The existing FamixTypeScriptImporter (TS2Famix) suffered from instability, incomplete handling of language constructs, and the absence of mechanisms to validate whether the produced models fully represented the source code. This thesis brings two main contributions. First, it improves and stabilizes the FamixTypeScriptImporter, making it able to process complex TypeScript/Angular projects and generate models that are more complete and reliable. Second, it introduces a validation tool based on coverage in Moose, which checks the link between source code and model elements. This ensures that the models are accurate, traceable, and trustworthy for use in research and industry. The results show that TypeScript projects can now be analyzed in Moose with a quality close to that of Java projects. Beyond the case of Berger-Levrault, this work also contributes to the open-source community and supports international research collaborations. Future work may extend the importer to cover more advanced TypeScript/Angular features, add new metrics and visualizations to the coverage tool, develop advanced analyses on architecture and performance, and integrate these solutions into CI/CD pipelines for real industrial use.

Résumé

L'essor des technologies web modernes telles qu'**Angular** et **TypeScript** a permis la création d'applications de plus en plus grandes et sophistiquées, mais il a également introduit de nouveaux défis pour l'**analyse**, l'**assurance qualité** et la **maintenance** des logiciels. Alors que l'**analyse statique de code** fournit des informations utiles, elle reste limitée pour saisir toute la structure et l'architecture de ces systèmes. Pour dépasser ces limites, l'**Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM)** propose l'utilisation de modèles abstraits définis par des métamodèles précis, permettant de réaliser des analyses réutilisables et approfondies. Dans ce contexte, le **métamodèle FAMIX** et la **plateforme Moose** ont déjà démontré leur pertinence, notamment pour le langage **Java** grâce à l'importateur stable **VerveineJ**. Cependant, pour **TypeScript/Angular**, la situation restait immature. L'**importateur FamixTypeScript (TS2Famix)** souffrait d'instabilité, d'un support incomplet des constructions du langage, et de l'absence de mécanismes pour vérifier si les modèles produits représentaient réellement le code source. Ce mémoire apporte deux contributions principales. La première consiste en l'**amélioration et la stabilisation de l'importateur TS2Famix**, le rendant capable de traiter des projets TypeScript/Angular complexes et de générer des modèles plus **complets et fiables**. La seconde est l'**introduction d'un outil de validation basé sur la couverture** dans Moose, qui vérifie la correspondance entre le code source et les éléments du modèle. Cela garantit des modèles **précis, traçables et dignes de confiance** pour la recherche comme pour l'industrie. Les résultats montrent que les projets TypeScript peuvent désormais être analysés dans Moose avec une qualité proche de celle obtenue pour Java. Au-delà du cas de **Berger-Levrault**, ce travail contribue également à la **communauté open-source** et soutient les **collaborations internationales** dans le domaine de l'analyse logicielle. Les perspectives incluent l'extension de l'importateur à des fonctionnalités avancées de TypeScript/Angular, l'ajout de métriques et de visualisations à l'outil de couverture, le développement d'analyses avancées sur l'architecture et la performance, ainsi que l'intégration de ces solutions dans les **pipelines CI/CD** pour un usage industriel réel.

الملخص

لقد أتاح صعود تقنيات الويب الحديثة مثل **أنجولار** و**تايب سكريبت** إنشاء تطبيقات كبيرة ومتطورة، ولكنه أدخل أيضًا تحديات جديدة في تحليل البرمجيات، ضمان الجودة، والصيانة. بينما توفر **تحليل الشيفرة الثابت** رؤى مفيدة، فإنه يبقى محدودًا في استيعاب الهيكلية الكاملة والعمارة البرمجية لهذه الأنظمة. ولتجاوز هذه القيود، تعزز **الهندسة القائمة على النماذج** استخدام نماذج مجردة محددة بمتانماذج دقيقة، مما يتيح إجراء تحليلات قابلة لإعادة الاستخدام ومتعمقة. في هذا السياق، أثبت **متانموذج فاميكس** ومنصة **موس** جدواهما، خاصة بالنسبة للغة **جافا** من خلال مستورد **فيرفين جاي** المستقر. ومع ذلك، بالنسبة لـ**تايب سكريبت/أنجولار**، كانت الحالة لا تزال غير ناضجة. فقد عانى **مستورد فاميكس تايب سكريبت (تي إس 2 فاميكس)** من عدم الاستقرار، التعامل غير الكامل مع تراكيب اللغة، وغياب آليات للتحقق مما إذا كانت النماذج المنتجة تمثل الشيفرة المصدرية بالكامل. تقدم هذه الأطروحة مساهمتين رئيسيتين. الأولى هي **تحسين وتثبيت مستورد فاميكس تايب سكريبت**، مما يجعله قادرًا على معالجة مشاريع **تايب سكريبت/أنجولار** المعقدة وإنتاج نماذج أكثر **اكتمالًا وموثوقية**. والثانية هي **إدخال أداة تحقق قائمة على التغطية** في منصة **موس**، والتي تتحقق من الربط بين الشيفرة المصدرية وعناصر النموذج. وهذا يضمن أن تكون النماذج **دقيقة، قابلة للتتبع، وجديرة بالثقة** للاستخدام في البحث والصناعة. تظهر النتائج أن مشاريع **تايب سكريبت** يمكن الآن تحليلها في **موس** بجودة تقارب تلك الخاصة بمشاريع **جافا**. وإلى جانب حالة **بيرجيه-ليفرو**، يساهم هذا العمل أيضًا في **المجتمع مفتوح المصدر** ويدعم **التعاونات البحثية الدولية** في مجال تحليل البرمجيات. تشمل الآفاق المستقبلية توسيع المستورد ليشمل ميزات متقدمة إضافية لـ**تايب سكريبت/أنجولار**، إضافة مقاييس وتصورات جديدة لأداة التغطية، تطوير تحليلات متقدمة حول العمارة والأداء، ودمج هذه الحلول في **خطوط أنابيب التكامل والنشر المستمر** للاستخدام الصناعي الفعلي.