

Table des matières

1 Curriculum vitæ	3
1.1 Positions	3
1.2 Diplômes	4
1.3 Formation & Stages	5
1.4 Langues	5
2 Synthèse : Investissement pédagogique	6
2.1 Responsabilités de parcours	6
2.2 Responsable de cours	6
2.3 Coordinateur de modules « projets »	7
2.4 Autres responsabilités	7
3 Synthèse : Activité scientifique	8
3.1 Animation scientifique	8
3.2 Responsable de projets de recherche	8
3.3 Prix et distinctions	9
3.4 Encadrement doctoral et post-doctoral	9
3.5 Diffusion d'outils	9
3.6 Publications	9
4 Activités pédagogiques détaillées	10
4.1 Responsabilités	10
4.2 Enseignements	11
4.2.1 Cours dont je suis (ou ai été) responsable	11
4.2.2 Cours dans lesquels j'interviens actuellement	13
4.2.3 Mes enseignements passés en tant qu'ATER	15
4.2.4 Mes enseignements passés en tant que moniteur	16
5 Activités scientifiques détaillées	18
5.1 Éléments factuels	18
5.2 Thématiques et vision personnelle	19
5.2.1 AXE ₁ : Method integration	19
5.2.2 AXE ₂ : Formal Model-Driven Security	20
5.2.3 AXE ₃ : Formal Domain-Specific Languages	21
5.2.4 AXE ₄ : Application & Railway Systems	22
5.3 Diffusion d'outils	23
5.3.1 Meeduse	23
5.3.2 B4MSecure	23
5.3.3 Autres outils	24
5.4 Prix et distinctions	25
5.5 Encadrement doctoral et scientifique	25
5.6 Rayonnement	28
5.7 Coordination de projets de recherche	30

5.8	Participation à des projets de recherche	32
5.9	Mes travaux d'ATER à l'IRIT en 2007/2008	33
5.10	Mes travaux de post-doc à l'UTC et l'INRETS en 2006/2007	34
5.11	Mes travaux de thèse à Grenoble en 2003/2006	34
6	Publications	37
6.1	Classement par thématique	37
6.2	Classement par rang	37
6.3	Classement par catégorie	37
	Bibliographie	45

Nom : IDANI
Prénom : Akram
Situation familiale : Séparé, 3 enfants (16 ans, 14 ans et 9 ans)
Adresse professionnelle : Bâtiment IMAG (bureau 247)
: 150 Place du Torrent
: 38400 Saint Martin d'Hères, France.
E-Mail : akram.idani@univ-grenoble-alpes.fr
Numéro de Tel. : +33 (0)4 57 42 15 12
Page web : <https://lig-membres.imag.fr/idani/>
Lien DBLP : <https://dblp.org/pid/i/AkramIdani.html>



1.1 Positions

A partir du 1^{er} Septembre 2024. Professeur des Universités (Section 27)

- *Etablissement d'enseignement* : Grenoble INP - Polytech¹.
- *Etablissement de recherche* : Laboratoire Verimag².
- ⇒ *Mots clés majeurs* : Sécurité, Langages, Méthodes Formelles, Débogage.

2008 – 2024. Maître de conférences (Section 27)

- *Etablissement d'enseignement* : Grenoble INP - ENSIMAG, UGA.
- *Etablissement de recherche* : Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Équipe VASCO.
- ⇒ Titulaire de la prime individuelle RIPEC 3 au titre des critères 1° ET 2° (années 2023/2024, 2024/2025 et 2025/2026).
(1° : Investissement pédagogique, 2° : Activité scientifique)
- ⇒ *Mots clés majeurs* : Sécurité, Génie Logiciel, Méthodes Formelles, Systèmes d'Information.

2007/2008. Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER - 100%)

- *Etablissement d'enseignement* : IUT de Blagnac (Toulouse)
- *Etablissement de recherche* : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT)
- ⇒ Insertion dans l'équipe MACAO au sein du thème Ingénierie Des Modèles.

2006/2007. Ingénieur de Recherche / Post-doc

- Institut National de Recherches sur les Transports et leur Sécurité (INRETS/Lille) et Université de Technologie de Compiègne (UTC).
- Participation à deux projets de recherche :
 - ANR TUCS : Technologie UML pour la Certification des Systèmes Complexes
 - ACI Sécurité Informatique SAFECODE : SAFETy COMponents DESign.
- ⇒ La partie théorique a été réalisée à l'UTC et la partie pratique à l'INRETS.

2003 à 2006. Moniteur CIES à l'IUT2 - Grenoble

- ⇒ Durant mes 3 années de thèse (Charge d'enseignement 64h EqTD/an).

1. <https://polytech.grenoble-inp.fr>

2. <https://www-verimag.imag.fr/>

1.2 Diplômes

Mai 2023. Habilitation à Diriger des Recherches – Université Grenoble Alpes.

Spécialité : Informatique (Section 27)

Intitulé : “Formal Model Driven Engineering”

Composition du jury

Président(e)	: Sophie Dupuy-Chessa	PR, Univ. Grenoble Alpes
Rapporteur(e)s	: Virginie Wiels	DR, ONERA Toulouse
	Catherine Dubois	PR, ENSIIE Evry
	Pierre-Yves Schobbens	PR, Univ. Namur
	Régine Laleau	PR, Univ. Paris-Est Créteil
Examineur(e)s	: Michael Leuschel	PR, Univ. Düsseldorf

Novembre 2006. Doctorat de l’Université Joseph Fourier (Grenoble 1).

Spécialité : Informatique (Section 27)

Intitulé de ma thèse : “B/UML : Mise en relation de spécifications B et de descriptions UML pour l’aide à la validation externe de développements formels en B”

Composition du jury

Président	: M. Jean-Pierre Giraudin	Professeur, Grenoble
Rapporteur(e)s	: Mme Régine Laleau	Professeure, Paris 12
	M. Henri Habrias	Professeur, Nantes
	M. Michel Léonard	Professeur, Université de Genève
Examineur	: M. Yves Ledru	Professeur, Grenoble
Directeurs	: M. Didier Bert	Chercheur CNRS, Grenoble

Date de début : 01 Octobre 2003

Date de soutenance : 29 Novembre 2006

Financement : Allocation ministérielle de recherche (Bourse MENRT) + Monitorat

Juin 2003. Diplôme d’Études Approfondies (DEA – équivalent master 2 recherche)

Spécialité : Systèmes d’Information

Délivré par : Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

Tuteurs :

M. Yves Ledru (Professeur, UJF Grenoble 1)

Mme Marie-Laure Potet (Professeur, ENSIMAG/INPG)

Intitulé du mémoire : “Documentation graphique de projets B”

Mention : Bien

Classement : **1er/19**

Juin 2003. Diplôme européen de 3^{ème} cycle en Management And Technology of Information Systems (MATIS)

Délivré par : Université de Genève (Responsable : Pr. Michel Léonard)

Classement : **1er/21**

⇒ Agréé par la Conférence Universitaire Rhône-Alpes (CURA) et la Conférence Universitaire de Suisse Occidentale (CUSO)

⇒ Diplôme coordonné par l’Université de Genève, l’École Polytechnique Fédérale de Lausanne, l’Université de Savoie et l’Université de Grenoble.

Juin 2002. Maîtrise en Informatique (équivalent Master 1)

Délivré par : Université de Tunis (ISG)

Projet de fin d'études : “Réalisation d’une plate-forme Web en J2EE pour l’automatisation du procédé de traitement des crédits bancaires”, Banque Internationale de Tunisie.

Classements :

1 ^{ère} année	7 ^{ème} / 156
2 ^{ème} année	8 ^{ème} / 150
3 ^{ème} année	17 ^{ème} / 185
4 ^{ème} année	Non renseigné par l’université

Juin 1998. Baccalauréat (Option : Mathématiques)

1.3 Formation & Stages

Mars → Juin 2003. Stage au laboratoire “Logiciels, Systèmes, Réseaux”/IMAG, Grenoble.

Objet : Préparer mon projet de DEA en collaboration avec l’équipe VASCO “Validation Spécification et CONstruction de logiciels”.

Mention du travail de recherche : Très Bien.

Descriptif : Mon travail de DEA a été consacré à une étude de faisabilité portant sur la dérivation de vues comportementales UML à partir de spécifications B. Le but était de présenter une même spécification B suivant différentes vues graphiques. Ces vues permettent d’aboutir à une structuration et donc une organisation de la spécification formelle B ce qui permettra de mieux la comprendre. Pour ce faire, l’étude a porté sur l’établissement de liens structuraux et sémantiques entre des diagrammes de comportement et la modélisation en B. Deux techniques ont été étudiées : l’animation des spécifications et l’analyse partitionnelle.

Août 2002. Stage de formation à la DbVib Consulting (Bureau d’études en acoustique, vibration et sonorisation implanté à Vienne, France). Voir : <https://dbvib.com>.

Objet : Développement d’outils d’analyse mathématique avec MatLab, pour la représentation d’ondes sonores.

Février → Juin 2002. Stage de PFE au sein de la BIAT (Banque Internationale de Tunisie).

Objet : Réalisation d’un site web d’e-Banking (travail soutenu en tant que projet de fin d’études et couronné par la mention Très Bien).

Conception : Processus Unifié de dev., UML, Rational Rose
Base de données : Oracle 8i
Langages : JAVA, Java Server Pages (JSP), Java Script, Html

Juillet → Août 2001. Stage d’assistant ingénieur au sein de la STIR (Société Tunisienne des Industries de Raffinage de Bizerte)

Objet : Réalisation (de bout en bout) d’une application Client/serveur pour la gestion administrative du centre de formation de la STIR et l’édition des statistiques annuelles.

⇒ Cette production a fait l’objet d’une lettre de félicitations adressée par ladite société à mon institution universitaire.

Conception : Merise
Base de données : Access
Langages : Visual Basic

1.4 Langues

Arabe. Langue maternelle

Français. Lu, Parlé, Ecrit. (Courant)

Anglais. Lu, Parlé, Ecrit.

En bref

Depuis mon recrutement en 2008 à l'ENSIMAG je me suis investi dans plusieurs activités pédagogiques autour du **Génie Logiciel**, tout en étant en cohérence avec mon profil. En effet, j'ai été en charge du montage des cours (1) développement d'applications web (en PHP, et en J2EE) en 2ème année, et (2) Ingénierie Des Modèles en 3ème année. J'ai également participé à des enseignements en développement Java, en Analyse et en Conception à Objets de Logiciels ainsi qu'au projet Génie Logiciel (qui est un projet majeur dans le cursus ENSIMAG). En outre, dans le cadre du Master 2 MoSIG j'ai monté deux cours dispensés en anglais, l'un dédié à l'ingénierie des langages et l'autre à la Sécurité des SI. Plus récemment, j'ai été engagé en tant que co-responsable de ce master ainsi que de la mention de master Informatique.

2.1 Responsabilités de parcours

2022 → en cours. Co-responsable INP de la mention de Master Informatique³.

Coordination de parcours, gestion des maquettes, communication, co-organisation et participation aux jurys de diplômes, organisation du conseil de perfectionnement.

⇒ Co-responsable UGA : Danielle Ziebelin (danielle.ziebelin@imag.fr)

2021 → en cours. Co-responsable INP du Master 2 MoSIG⁴.

Gestion d'un effectif d'environ 90 étudiants, planification des emplois du temps, organisation des jurys, gestion des choix de cours, coordination de spécialisations, et suivi d'étudiants.

⇒ Co-responsable UGA : Massih-Reza Amini (Massih-Reza.Amini@univ-grenoble-alpes.fr)

2021 → en cours. Coordinateur de la spécialisation SHCE⁵ du Master 2 MoSIG.

2017 → 2020. Co-responsable de la Filière AISSE⁶ du Master 2 MoSIG (3 ans).

Organisation d'UEs, gestion des étudiants et membre permanent des jurys de soutenance.

2013 → 2018. Co-responsable de la 1ère année ENSIMAG (5 ans).

Gestion d'un effectif d'environ 240 étudiants, planification des emplois du temps, préparation des jurys et des bilans d'année, mise en place de réformes pédagogiques, suivi d'étudiants.

2.2 Responsable de cours

2009 → en cours. Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM)

Niveau : 3ème année ENSIMAG (27h eqTD)

⇒ J'ai été en charge du montage et de la mise en place de ce cours dans le cadre de la filière ISI (Ingénierie des Systèmes d'Information)

2022 → en cours. Information Security (InfoSec)

Niveau : Master 2 MoSIG (36h eqTD)

⇒ J'ai initié et monté ce cours dans le cadre des spécialisations SHCE⁵ et DC⁷.

3. <https://master-informatique.univ-grenoble-alpes.fr>

4. <https://mosig.imag.fr>

5. SHCE : Software Systems and High Quality Components Engineering (<https://mosig.imag.fr/SHCE/SHCE>)

6. AISSE : Advanced Information Systems and Software Engineering

7. DC : Distributed Computing

2020 → 2022. Advanced Software Modeling & Engineering (ASME)

Niveau : Master 2 MoSIG (36h eqTD)

⇒ J'ai initié et monté ce cours dans le cadre des spécialisations SHCE⁵ et DC⁷.

2016 → 2020. Model Driven Engineering (MDE)

Niveau : Master 2 MoSIG (36h eqTD)

2016 → en cours. Analyse Conception et Validation de Logiciels (ACVL)

Niveau : 2^{ème} année en apprentissage à l'ENSIMAG (45h eqTD)

2009 → 2014. Construction d'applications web (CaWeb)

Niveau : 2^{ème} année ENSIMAG (22h30 eqTD)

⇒ J'ai été en charge du montage et de la mise en place de ce cours. J'ai réalisé une première version du cours en PHP, et ensuite je l'ai fait évoluer vers J2EE, Maven et MVC.

2.3 Coordinateur de modules « projets »

2016 → 2020. Projets d'initiation à la recherche en laboratoire, en 2ème année ENSIMAG.

2008 → 2016. Projets de spécialité, en 2ème année ENSIMAG.

2.4 Autres responsabilités

2019 → en cours. Membre élu du conseil de l'ENSIMAG.

2023 → en cours. Membre, ensuite coordinateur de la cellule respect-égalité de l'ENSIMAG.

En bref

Mes activités de recherche sont cohérentes avec mes activités d'enseignement et tournent autour du **Génie Logiciel** et de la construction de modèles. Ces activités sont diversifiées : animation scientifique, encadrement, coordination de projets, développement d'outils prototypes, etc. Mes thèmes de recherche portent sur l'Ingénierie Dirigée par les Modèles et les approches formelles, avec plusieurs contextes applicatifs : Sécurité des SI, Systèmes ferroviaires, Domotique, Ingénierie des langages, etc. En outre, j'ai une soixantaine de publications à mon actif, quatre prix scientifiques, et plusieurs encadrements de thèses et de post-docs.

3.1 Animation scientifique

2023 → **en cours**. Membre élu du conseil de SPECIF Campus⁸.

2021 → **en cours**. Co-Président du comité de programme de l'atelier MoDeV@Models. Model Driven Engineering Verification and Validation, collocated with ACM/IEEE International Conference on Model-Driven Engineering Languages and Systems. Éditions : 2021, 2022, 2023, 2024.

2012 → **2020**. Co-responsable du groupe de travail MFDL⁹ du GDR GPL¹⁰ (8 ans). Organisation et participation à diverses manifestations scientifiques du groupe : planification de réunions de travail, implication dans les journées nationales du GDR, animation d'ateliers, et participation à l'animation de la conférence AFADL¹¹.

2017. Co-Président du comité de programme de la conférence francophone AFADL¹¹ 2017

2015 et 2016 Responsable communication de l'atelier international WISSE@CAiSE
⇒ International Workshop on Information Systems Security Engineering.

2014. Workshop co-Chair lors de l'édition 2014 de la conférence internationale SEFM
⇒ International Conference on Software Engineering and Formal Methods, Grenoble 2014.

3.2 Responsable de projets de recherche

2022. xOWL (Executable Web Ontology Language)
⇒ Projet Emergence financé par le laboratoire LIG.

2020. DomoSûr (Domotique sûre)
⇒ Projet Emergence financé par le laboratoire LIG.

2019. MoVaSec (Modélisation et Validation formelle de Politiques de Sécurité en BPMN)
⇒ Projet Emergence financé par le laboratoire LIG.

2017. VPSIS (Validation formelle de Politiques de sécurité dans des Infrastructures de Service)
⇒ Projet Emergence financé par le laboratoire LIG.

2015/2016 DELISS (Déploiement validé de politiques de sécurité en SI)
⇒ Financé par le programme AGIR (Alpes Grenoble Innovation Recherche).

8. SPECIF Campus : Société Professionnelle des Enseignants et Chercheurs en Informatique de France

9. MFDL : Méthodes Formelles pour l'Assistance au Développement de Logiciels

10. GPL : Génie de la Programmation et du Logiciel.

11. AFADL : Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels.

3.3 Prix et distinctions

2023. Best paper award à la Conférence CRiSIS 2023

18th International Conference on Risks and Security of Internet and Systems.

⇒ Article intitulé : A Process-Centric Approach to Insider Threats Identification in Information Systems. Auteurs : Akram Idani, Yves Ledru et German Vega.

2021. Best presentation award à la conférence ACM/ESSE'2021

European Symposium on Software Engineering.

⇒ Article intitulé : A Lightweight Development of Outbreak Prevention Strategies Built on Formal Methods and xDSLs. Auteurs : Akram Idani.

2019. Best verification award (1^{er} prix) & Audience award (3^{eme} prix) au challenge TTC'2019

Transformation Tool Contest, Part of the Software Technologies : Applications and Foundations (STAF) federated conferences.

3.4 Encadrement doctoral et post-doctoral

Thèses soutenues : 4

Asfand Yar (2020/2023), Taux d'encadrement : 50%

Titre : *Executable DSLs for Railway systems : Application to ERTMS/ETCS*

Co-direction : Y. Ledru (PR UGA, 25%), et S. Collart-Dutilleul (DR IFSTTAR, 25%)

Amira Radhouani (2013/2017), Taux d'encadrement : 33%

Titre : *Validation en UML et B de politiques de sécurité en Systèmes d'Information*

Co-direction : Y. Ledru (PR UGA, 33%), et Narjes Ben Rajeb (PR INSAT, 33%)

Salim Chéhida (2014/2016), Doctorant visiteur, Taux d'encadrement : 33%

Titre : *Modèles et politiques pour la sécurité des systèmes d'information*

Co-direction : Y. Ledru (PR UGA, 33%), et Mustapha Kamel Rahmouni (PR Univ. Mostaganem, 33%)

Nafees Qamar (2008/2011), Taux d'encadrement : 50%

Titre : *Specification and animation of Security Design Models using Z*

Co-direction : Y. Ledru (PR UGA, 50%)

Post-Doctorants : 2

Lucie Muller (2024) : *Approche basée sur LNT pour la vérification de langages exécutables*

Salim Chéhida (2023) : *Model Weaving for DSL Coordination*

3.5 Diffusion d'outils

B4MSecure : B for Modeling Secure Information Systems (<http://vasco.imag.fr/tools/b4msecure/>)

Meeduse : Modeling Efficiently End Users Needs (<https://vasco.imag.fr/tools/meeduse/>)

3.6 Publications

	Internationales	Nationales	Total
Revue	7	5	12
Conférences	24	11	35
Workshops	12		12
Chapitres de livre	2		2
Edition d'actes	1		1
En cours de soumission	1		1
Total	47	16	63

En résumé

Mes activités d'enseignement s'inscrivent dans le domaine du **génie logiciel** et ont une coloration proche de mes thèmes de recherche. En effet, elles allient développement logiciel, sécurité, langages, ingénierie et modèles. Ces thèmes sont prépondérants dans les divers enseignements que je dispense avec un cadre pratique dans les domaines des bases de données, des technologies du web et de la sécurité. Je me suis impliqué dans plusieurs niveaux d'études : aux trois années de l'ENSIMAG mais également au M2 MoSIG, à l'IAE (Institut d'Administration des Entreprises) et à Polytech (filière TIS), et ai pris plusieurs responsabilités importantes.

4.1 Responsabilités**Co-responsable de la mention informatique, depuis 2022**

→ La mention de master informatique¹² est une formation co-accréditée par l'Université Grenoble Alpes et l'Institut polytechnique de Grenoble. La formation porte sur les fondamentaux de l'informatique en incluant un large choix d'options et de spécialisations. Cette mention se décline en trois parcours :

1. un parcours classique avec plusieurs spécialisations en deuxième année,
2. deux parcours spécifiques (RIE et CoDas) proposant des spécialisations dès la première année.

Le parcours classique couvre le M1 informatique et le M1 MoSIG en première année, et les spécialisations : Génie Informatique (GI), MoSIG, Operations Research, Combinatorics and Optimization (ORCO), Cybersecurity (CySec) et compétences complémentaires en informatique (CCI).

→ Le travail de coordination de la mention de master a pour objectif de s'assurer du bon fonctionnement de ces parcours, tant sur le plan administratif (plaquettes, jurys, réglementations en vigueur, etc) que sur le plan humain (gestion des étudiants et des intervenants) et pédagogique (accréditation, conseil de perfectionnement, etc).

→ Co-responsable UGA : Danielle Ziebelin (danielle.ziebelin@imag.fr)

Co-responsable du M2 MoSIG, depuis 2021

→ Le Master 2 MoSIG¹³ (Master of Science in Informatics at Grenoble) est un programme d'études supérieures qui se veut à la fois compétitif et sélectif. Il est entièrement enseigné en anglais et se décline en quatre spécialisations :

- Data science and Artificial intelligence (DSAI),
- Distributed computing : from cloud to edge computing, embedded systems and networking (DC),
- Artificial Intelligence for Graphics, Interaction, Vision and Robotics (AI4GIVR),
- Software Systems and High Quality Components Engineering (SHCE).

→ La responsabilité inhérente à la coordination du M2 MoSIG est de structurer et organiser le fonctionnement de la formation. Cela inclut : la gestion des étudiants, l'élaboration des emplois du temps, la planification de l'offre de formation, la gestion des stages, et l'organisation des jurys. Ladite formation recrute à peu près 90 étudiants tous les ans venant de plusieurs pays étrangers.

→ Co-responsable UGA : Massih-Reza Amini (Massih-Reza.Amini@univ-grenoble-alpes.fr)

12. <https://master-informatique.univ-grenoble-alpes.fr>

13. <https://mosig.imag.fr>

Responsable pédagogique de la 1ère année ENSIMAG (2013/2018, 5 ans)

- Le responsable d'année à l'ENSIMAG a pour rôle de veiller au bon déroulement de l'année tant sur le plan pédagogique que sur le plan administratif et organisationnel. Dans ce cadre j'ai eu la charge de planifier la maquette des enseignements durant les différentes périodes qui composent la 1ère année.
- Actions : planification des emplois du temps, préparation des jurys et des bilans, coordination avec la scolarité de l'école ainsi que les services de langues et de sports, suivi d'étudiants, etc. La maquette de la première année a subi deux réformes majeures auxquelles j'ai contribué en mettant en place les plannings correspondants ainsi que toute la logistique nécessaire.
- Effectifs en 1ère année : aux alentours de 240 étudiants structurés en 8 groupes.

Responsable de la spécialisation SHCE du M2 MoSIG, depuis 2021

- SHCE (Software Systems and High Quality Components Engineering) est la spécialisation Génie Logiciel du M2 MoSIG.
- Cette responsabilité requiert une forte implication lors des évaluations des projets de M2 (présidence de jurys, membre examinateur ou expert) ; mais il s'agit aussi d'une responsabilité pédagogique. Le responsable est amené à veiller à ce que l'offre de cours soit cohérente et représentative des thématiques du GL.

Co-Responsable de la filière AISSE du M2 MoSIG (2017/2020, 3 ans)

- AISSE (Advanced Information Systems and Software Engineering) est l'une des sept filières du Master 2 MoSIG (Master of Science in Informatics at Grenoble) proposé conjointement par Grenoble INP et l'UGA. La responsabilité de filière implique la gestion des effectifs étudiants de la filière et requiert une forte implication lors des évaluations des projets de M2 (présidence de jurys, membre examinateur ou expert). Après 2020 une refonte de MoSIG2 a été effectué, et le parcours s'est restructuré en 4 spécialisations.

Autres

- Outre les diverses responsabilités présentées ci-dessus, j'ai pu participer à la vie de mon établissement au travers d'autres activités. Actuellement, je suis membre (élu) du conseil de l'ENSIMAG ce qui me permet d'être impliqué dans plusieurs échanges et décisions importantes de l'école. Par ailleurs, j'ai aussi fait partie de deux comités de spécialistes pour le recrutement de maîtres de conférences à l'ENSIMAG.

4.2 Enseignements

Le tableau de la Figure 1 récapitule mes enseignements depuis ma prise de fonction au sein de l'ENSIMAG. Mes interventions sont assez diversifiées et ont évolué au fil du temps avec une implication au sein de Polytech et l'IAE. Dans ce qui suit je décris succinctement le contenu de chacun de ces cours.

4.2.1 Cours dont je suis (ou ai été) responsable

Information Security : Master 2 MoSIG (en cours)

36h eqTD, dispensé en anglais, url : <https://mosig.imag.fr/ESHCD/ESHCD>

En collaboration avec : Jean-Louis Roch, Mathias Ramparison et Maciej Korczynski.

Description : J'ai initié et mis en place ce cours durant l'année universitaire 2022/2023. Ce cours couvre un large spectre de concepts liés à la sécurité avec en support plusieurs travaux pratiques. Il est réalisé par quatre intervenants : Jean-Louis Roch, Mathias Ramparison, Maciej Korczynski et moi-même. Mon intervention dans le cadre de ce cours porte sur le contrôle d'accès et exploite directement mes résultats de recherche autour de la formalisation et le test de politiques de contrôles d'accès. Les applications pratiques sont réalisées au moyen de l'outil B4MSecure et ont vocation à initier les étudiants à la problématique d'attaques d'initié.

Cours	Diplôme / Niveau	Etablissement	Volume EqTD	Langue
Programmation Orientée Objet	2A Ingénieur	ENSIMAG	18h	Français
Information Security	M2 MoSIG	UGA/INP	36h	Anglais
Advanced Software Modeling and Engineering	M2 MoSIG	UGA/INP	36h	Anglais
Analyse, Conception, Validation de Logiciels	2A Ingénieur	ENSIMAG	45h	Français
Projet Génie Logiciel	2A Ingénieur	ENSIMAG	55h	Français
Construction d'applications web (J2EE, MVC)	2A Ingénieur	ENSIMAG	6hCM, 12hTP	Français
Génie Logiciel	3A Ingénieur	ENSIMAG	27h	Français
Ingénierie Des Modèles	3A Ingénieur	ENSIMAG	27h	Français
Module D'accompagnement Professionnel	1A Ingénieur	ENSIMAG	9h	Français
Projet Bases de Données	2A Ingénieur	ENSIMAG	15h	Français
Ingénierie des besoins des processus et des modèles	M2 Informatique Option : SIGAL	UGA	18h	Français
Model Driven Engineering	M2 Informatique Filière : AISSE	UGA	27h	Anglais
Modélisation des Systèmes d'Information	3A Coursus Ingénieur	Polytech / INP	5 TD x 2h 4 TP x 4h = 28h eqTD	Français
PHP	L3 Gestion Option Systèmes d'Inforamtion	IAE / INP	24h	Français

FIGURE 1 – Enseignements en tant que Maître de conférences

Advanced Software Modeling and Engineering : Master 2 MoSIG, passé

36h eqTD, dispensé en anglais, url : <https://mosig.imag.fr/ASME/ASME>

En collaboration avec : Nicolas Hili et Nicolas Palix.

Description : J'ai initié et mis en place ce cours dans le cadre du M2 MoSIG lors de l'élaboration de la nouvelle maquette. J'en étais responsable en 2020/2021 et 2021/2022. Ce cours est une version étendue du cours MDE qui était dispensé dans la filière AISSE de MoSIG. Il couvre plusieurs concepts de l'Ingénierie des modèles, avec une présentation des outils Conccinelle sur la restructuration de code C, et UML-RT qui est une variante d'UML pour la modélisation et la simulation d'applications temps réel.

Ingénierie Dirigée par les Modèles : 3A ENSIMAG, en cours

27 eqTD, dispensé en français

Description : J'ai initié et mis en place ce cours en tant que cours optionnel de la filière ISI (Ingénierie des Systèmes Informatiques). Il est ouvert aux étudiants de 3ème année ENSIMAG et est souvent choisi par un effectif de 20 à 30 étudiants (sur une promotion de 60 étudiants environ). Ce cours fait le lien entre plusieurs unités d'enseignement que les étudiants suivent en 1ère et en 2ème année, en particulier la théorie des langages, la conception UML, les modèles de sécurité, et la programmation orientée objet. Le fil directeur du cours est le prototypage de langages dédiés domaines (DSL) et son cadre d'application porte sur

l'élaboration de deux DSLs : l'un qui décrit des règles de contrôle d'accès d'une application et l'autre qui décrit ses logs. Ceci étant, les étudiants sont amenés à définir via le langage OCL les invariants qui garantissent la cohérence des deux DSLs d'une part, et l'identification de trous de sécurité d'autre part.

Construction d'applications web : 2A ENSIMAG, passé

6h CM et 12h TP, dispensé en français

En collaboration avec : Nils Gesbert.

Description : j'ai monté ce cours en 2009 et j'ai pris sa responsabilité jusqu'en 2014 (soit 5 ans).

Le cours construction d'applications web est proposé aux étudiants en 2ème année ENSIMAG et a pour but majeur de montrer comment une application web devrait être pensée et structurée. Un panorama de technos basées sur java (Servlets, JSP) est présenté lors des premières séances, avec les applications correspondantes en TP. Ensuite, le cours introduit l'architecture MVC dans le cadre du web et montre son implémentation avec ces technos. Un projet commun avec le cours ACOL (Analyse et Conception Objet de Logiciels) est instauré pour que les étudiants soient attentifs aux aspects conceptuels de leurs applications web en proposant les modèles UML sous-jacents.

Model Driven Engineering : M2 Informatique, passé

18h CM, dispensé en anglais

Description : ce cours ouvert au parcours AISSE (jusqu'en 2020) du M2 MoSIG est une variante en anglais, orientée recherche du cours IDM proposé en 3ème année ENSIMAG. Il porte sur les techniques de méta-modélisation pour la mise en oeuvre de transformations de modèles : modèles vers code et modèles vers modèles. Un cadre pratique étaye ce cours via les outils : Acceleo, XText, EMF, OCLinEcore...

Projets : de spécialité et d'initiation à la recherche en laboratoire, passé

Description : Les étudiants de l'ENSIMAG sont amenés à réaliser des projets dits projets « filés » lors de leur seconde année. Ils ont le choix entre projets de spécialité, projets d'initiation à la recherche en laboratoire (IRL), projets Fablab et projets industriels. Chaque type de projet vise des objectifs spécifiques et nécessite une coordination importante pour garantir un bon déroulement. Dans ce cadre j'ai été responsable des projets de spécialité de 2008 jusqu'à 2016 (soit 8 ans), ensuite de 2017 à 2020 (3 ans) j'ai pris la responsabilité des projets IRL. La majeure différence entre ces deux types de projets réside dans la dimension appliquée des projets de spécialité, et la dimension recherche des projets IRL. L'IRL permet aux étudiants de participer à une activité de recherche en laboratoire. Chaque étudiant est encadré par un chercheur du laboratoire, et travaille sur un sujet précis dont il présente finalement les résultats lors d'une soutenance orale. Un projet IRL retenu fait l'objet d'un contrat entre l'étudiant, le responsable IRL, et le tuteur en laboratoire.

4.2.2 Cours dans lesquels j'interviens actuellement

Programmation Orientée Objet : 2A ENSIMAG

18h eqTD, dispensé en français

En collaboration avec : Matthieu Chabanas.

Description : L'objectif de ce module est l'apprentissage des principales notions de Programmation Orientée Objet (POO), ainsi que leur mise en pratique avec le langage de programmation Java. À l'issue du module, les étudiants auront compris les grands principes de l'objet et seront autonomes en langage Java. Un accent est mis également sur l'utilisation des collections en Java. Les principes étudiés sont : (1) Classes et objets, principe d'encapsulation, (2) Héritage et polymorphisme, abstraction, interfaces, (3) Collections Java : types abstraits d'ensembles d'objets et implémentations, utilisation d'une bibliothèque de composants, (4) Utilisation d'exceptions, (5) Notions d'UML et justification du paradigme orienté-objet

Analyse, Conception, Validation de Logiciels : 2A ENSIMAG

45h eqTD, dispensé en français

En collaboration avec : Catherine Oriat.

Description : Le but de cet enseignement est de présenter des techniques d'analyse, de conception et de test de logiciels. Les approches présentées s'appuient sur le langage UML, qui permet d'élaborer des modèles objets à l'aide de différents diagrammes. Ce cours est illustré par des exercices d'application et des études de cas. Contenu : Génie logiciel, Diagrammes UML, Analyse et expression des besoins, Modélisation objet, Conception, Patrons de conception, Validation. Je suis également responsable de ce cours dans le cadre de la filière par Apprentissage.

Projet Génie Logiciel : 2A ENSIMAG

55h eqTD, dispensé en français

En collaboration avec : Catherine Oriat, Roland Groz, Patrick Reignier.

Description : Ce projet occupe une place très importante dans le cursus d'ingénieur à l'ENSIMAG. Son objectif pédagogique est d'illustrer certains aspects du génie logiciel à travers le développement d'une application de taille conséquente. Les aspects visés sont principalement le respect d'un cahier des charges, la conception logicielle, les techniques de validation et vérification et la mise en place d'une démarche qualité. Le logiciel, développé est un compilateur pour un sous-ensemble d'un langage orienté objet. Le thème choisi permet à la fois de remplir les objectifs ci-dessus en partant d'un cahier des charges rapidement compréhensible, et de mieux comprendre les concepts sous-jacents aux langages de programmation. Le projet débute par 15h de cours destinés à l'étude du cahier des charges (définition du langage, sémantique statique et dynamique, machine cible), à la présentation des aspects techniques, ainsi que de la documentation et démarche attendues. Des séances de suivi ont ensuite lieu sur différents thèmes : architecture logicielle choisie, techniques et objectifs de test, réception de code. Ces séances permettent d'aider les étudiants à la fois sur les aspects techniques et sur les aspects planification et organisation.

Projet Bases de Données : 2A ENSIMAG

15h eqTD, dispensé en français

En collaboration avec : Christophe Bobineau.

Description : Ce projet propose de mettre en application tous les principes vus en cours BD en réalisant entièrement une application multi-utilisateurs réaliste utilisant un SGBD. Pour cela, les étudiants doivent analyser un cahier des charges et concevoir un schéma Entité/Association représentant les données nécessaires à l'application. Les étudiants sont ensuite amenés à implanter leur schéma Entité/Association dans le modèle relationnel sur le SGBD Oracle. Les fonctionnalités de l'application sont traduites sous forme de requêtes et de transactions. Elles sont ensuite implantées en Java au moyen de l'API JDBC.

Module d'accompagnement professionnel : 1A ENSIMAG

9h eqTD, dispensé en français

Description : Il s'agit de proposer un cadre pédagogique permettant aux élèves ingénieurs de 1ère année de structurer leur réflexion autour du thème « formation, métiers, carrière », de découvrir le monde industriel et les « métiers » de l'ingénieur. L'objectif est de préparer les choix qui vont se présenter à eux (filières, stages, options, césure, métiers...) plus tard dans la formation et aussi dans leur futur professionnel.

Cours d'ouverture : IAE et Polytech

Description : J'ai participé à deux cours en dehors de l'ENSIMAG dans le but de viser un public dont le coeur de métier est différent de l'informatique. Pour cela j'ai enseigné un cours sur le langage PHP à l'IAE (Institut d'Administration des Entreprises) qui vise des étudiants en L3 Gestion, et la modélisation Objet de SI à Polytech au sein de la filière TIS (Technologies de l'Information pour la santé).

4.2.3 Mes enseignements passés en tant qu'ATER

Mes enseignements en tant qu'ATER se sont déroulés à l'Université de Toulouse 2 - Le Mirail, précisément au :

- département Mathématiques/Informatique de l'UFR Sciences, Espaces et Sociétés, et
- département Informatique de l'IUT de Blagnac (Toulouse).

Les filières concernées étaient :

- Licence 3, Master 1 et Master 2 en IUP “*Nouvelles Technologies de l'Informatique pour l'Entreprise*”, et
- C2i : Certificat de Compétences en Informatique et Internet.

Modules enseignés :

Année universitaire	Niveaux	Modules enseignés	Nombre d'heures
2007 / 2008	Licence 3 (IUP - NTIE)	Cours de mise à niveau en « Analyse et conception de SI » : <ul style="list-style-type: none"> ▪ SI (aperçu et rappels) ▪ Modélisation des données ▪ Modélisation des traitements ▪ Introduction à UML 	36h equiv. TD
	Licence 3 (IUP - NTIE)	Programmation Orientée Objet (C++)	12h equiv. TD
	Licence 3 (IUP - NTIE)	Programmation Orientée Objet (JAVA)	16h equiv. TD
	Master 1 (IUP - NTIE)	Conception Orientée Objet : <ul style="list-style-type: none"> ▪ UML, Processus Unifié de Dév. ▪ Suivi de projets en Conception ▪ Suivi de projets en développement 	42h equiv. TD
	Master 1 (IUP - NTIE)	Traduction des langages <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lex & Yacc (cours et TPs) ▪ Suivi de projets en compilation 	22h Cours
	Master 2 (IUP - NTIE)	Introduction aux spécifications formelles (méthode B)	3h Cours
	Non spécialistes (formations diverses)	C2i : Certificat Informatique et Internet Niveau 1 : Informatique générale et recherche sur internet	56h equiv. TD
Total :			199,5h equiv. TD

Brève description des différents modules auxquels j'ai participé

Module ACSI : Analyse et Conception de SI – enseigné en L3 NTIE

Description : Il s'agit d'un cours de mise à niveau en Analyse et Conception de SI dont l'élaboration du contenu m'a été confiée. Le module a été organisé en trois parties : (i) Rappels et présentation des Systèmes d'Information, (ii) Modélisation des données et (iii) Modélisation des traitements. La partie conceptuelle du cours est ax e autour de la méthode Merise (MCC¹⁴, MCD/MLD¹⁵ et MCT/MOT¹⁶). Quant à la partie pratique, elle a eu pour objectif, d'une part, d'initier les étudiants à l'usage de l'outil AMC-Designer, et d'autre part, de leur montrer techniquement les limites de cette séparation entre données et traitements. Le cours se termine donc par une introduction à l'approche objet et au langage UML.

14. MCC = Modèle Conceptuel de la Communication.

15. MCD = Modèle Conceptuel des Données; MLD = Modèle Logique des Données.

16. MCT = Modèle Conceptuel des Traitements; MOT = Modèle Organisationnel des Traitements.

Module POO2 : Programmation Orientée Objet (C++) – enseigné en L3 NTIE

Description : Dans le cadre de ce module, j’ai principalement participé aux TP. Le cours est réalisé par O. Haemmerlé, et couvre les notions fondamentales du langage C++ : Entrées-Sorties, Allocation dynamique, Surcharge, Encapsulation, Membres statiques, Héritage, Copie et Affectation, Fonctions/Méthodes/Classes amies, Exceptions, Généricité, La Standard Template Library (STL)... Les étudiants sont évalués sur la base d’un projet qu’ils ont eu à réaliser.

Module POO3 : Programmation Orientée Objet (JAVA) – enseigné en L3 NTIE

Description : Ce module complète les connaissances des étudiants en JAVA, et ce, en abordant les notions suivantes : String/StringBuffer, Exceptions, Classes abstraites et Interfaces, Polymorphisme et liaison différée, Classes collections, Entrées/Sorties, Threads et Synchronisation... Mon implication dans le cadre de ce module concerne la partie pratique : TD/TP et suivi de projets.

Module COO : Conception Orientée Objet (Processus Unifié) – enseigné en M1

En collaboration avec : Jérémie Guiochet (MCF) et Sophie Ebersold (MCF)

Description : Destiné au master 1 (IUP-NTIE), ce module se déroule en plusieurs périodes. L’objectif en est d’apprendre aux étudiants – par la pratique – les fondements du Processus Unifié de développement. À terme, les étudiants auront réalisé un AGL de modélisation de state-charts, et ce en se basant sur le paradigme objet du PU. Chaque période du cursus débouche sur un incrément de spécifications (en UML) et d’implémentation (en JAVA) dont on évalue la cohérence.

Module TDL : Traduction des langages (Lex & Yacc) – enseigné en M1

Description : Le module TDL a pour visée d’apprendre aux étudiants les principes et techniques de compilation. Deux parties sont mises en œuvre dans ce contexte : la première partie porte sur les fondements de la compilation en abordant les notions d’expressions régulières, de grammaires, d’analyse descendante... la deuxième partie est plutôt pratique et a pour intention de spécifier des analyseurs lexicaux et syntaxiques. Dans ce cadre, je suis intervenu au niveau de la deuxième partie et j’ai enseigné les langages Lex et Yacc.

Introduction aux méthodes formelles : Méthode B – enseigné en M2

En collaboration avec : Bernard Coulette

Description : Enseigné en master 2 NTIE, ce cours a vocation à être généraliste et introductif. Il s’agit de sensibiliser les étudiants de l’IUP aux apports des méthodes formelles dans le contexte de la sûreté de développement du logiciel. Principalement la méthode B y est introduite : machines abstraites, substitutions généralisées, preuves, raffinements.

Certificat complémentaire en Informatique

Description : Dans le cadre du certificat de compétences informatique & internet, j’ai participé à des enseignements de niveau 1 :

- Connaître son environnement de travail et les logiciels associés (système d’exploitation, bureau, anti-virus, compression, etc.).
- Rechercher l’information sur son ordinateur et sur Internet (maîtrise des moteurs et annuaires de recherche).
- Échanger et communiquer efficacement sur Internet à l’aide du courrier électronique, des listes de diffusion, des forums, des FAQ, des tchats, etc.

4.2.4 Mes enseignements passés en tant que moniteur

J’ai mené mes activités d’enseignement en tant que **moniteur** (CIES) à l’Institut Universitaire de Technologie (IUT2) de Grenoble durant mes 3 années de thèse. J’ai principalement participé aux cours suivants : AP (Algorithmique et Programmation), et ASR (Architecture, Systèmes, Réseaux).

Années universitaires : 2003/2004, 2004/2005 et 2005/2006.

Modules enseignés :

Année Universitaire	Niveaux et effectifs	Modules enseignés	Nombre d'Heures
2003/2004	1ère et 2ème année DUT Génie Informatique (30 étudiants)	TD/TP en Algorithmique et Programmation : - Initiation à l'algorithmique - Algorithmique et structures de données statiques - Algorithmique et structures de données dynamique - Programmation ADA	64h TD
2004/2005	2ème année DUT Génie Informatique (30 étudiants)	TD/TP en Systèmes : - Systèmes : Fonctionnement d'un OS - Systèmes : Mise en œuvre	64h TD
2005/2006	1ère année DUT Génie Informatique (20 étudiants) & Licence Pro. Informatique (10 étudiants)	Cours et TD/TP en Programmation ADA	4h Cours Magistral 61h TD
			Total : 195h equiv. TD

Algorithmique

Description : Ce cours est subdivisé en 3 chapitres principaux : (1) Initiation à l'algorithmique, (2) Algorithmique et programmation statique, et (3) Algorithmique et programmation dynamique. Globalement, les deux premiers chapitres sont consacrés aux notions élémentaires de l'algorithmique et à la construction d'algorithmes classiques et fondamentaux sur les vecteurs et les fichiers séquentiels. Quant au troisième chapitre, il est plus spécifique et aborde des algorithmes classiques sur les listes chaînées, les piles, les tables et les arbres. Les différentes illustrations pratiques sont menées en séances de TP, et ce, principalement au moyen de programmes ADA.

Systèmes

Description : Ce cours aborde plusieurs traits liés aux systèmes d'exploitation, notamment l'usage et la compréhension d'un système d'exploitation. Lors des premières séances, nous avons focalisé notre intérêt sur le langage de commande « shell ». Les cours suivants sont aussi bien théoriques que pratiques et se résument par les mots clés suivants : Processus, Mémoire et Fichiers. Il s'agit donc d'enseigner et de mettre en œuvre différents algorithmes d'ordonnancement de processus et de gestion de mémoire, d'une part, et d'autre part, les caractéristiques des fichiers sous unix (attributs, permissions) et comment les manipuler au moyen de commandes shell.

Programmation ADA

Description : Ce cours a pour objectif d'apprendre aux étudiants les bases du langage ADA et de la programmation procédurale. Les notions fondamentales de type, de fonction, de procédure, de package, d'exception, etc, y sont détaillées et illustrées. Par ailleurs, les différents algorithmes vus au niveau du module algorithmique et portant sur les vecteurs, les fichiers (binaires et textes), les listes, etc, sont repris et implémentés en ADA lors des séances de TP.

Mots clés

- Intégration de spécifications formelles et semi-formelles,
- Multi-modélisation, Méta-modélisation et transformation de modèles,
- Preuve de langages dédiés domaine,
- Vérification de politiques de sécurité.
- Validation de spécifications (en l'occurrence ferroviaires),

5.1 Éléments factuels

De 2008 (année de mon recrutement) jusqu'en 2018 – soit les dix premières années de ma carrière – mes travaux de recherche se sont fondés sur l'usage de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM) pour un couplage efficace de notations graphiques (UML, SecureUML [1]) et de spécifications formelles en B [2, 3], pour la modélisation de politiques de contrôle d'accès en Systèmes d'Information. Ces travaux ont démarré avec le projet ANR Selkis (2008-2012) et se sont poursuivis dans le cadre du projet DELISS (2015/2016, financement régional) dont j'ai été responsable. Durant cette période j'ai eu l'occasion de participer à l'encadrement de divers projets de thèse et de master 2 recherche. La thèse de Mohamed-Amine Labiadh, financée par le projet Selkis, a réalisé les briques de base de l'outil B4MSecure [²⁰¹⁵_(CI)ICFEM, ²⁰¹⁵_(JI)IJSMD, ²⁰¹³_(CN)AFADL, ²⁰¹¹_(CI)SACMAT, ²⁰¹¹_(JI)ISSE, ²⁰¹⁰_(JN)ISI] dont le but est de mettre en oeuvre la traduction de modèles UML enrichis par des politiques de contrôle d'accès vers des spécifications formelles B. L'objectif en est de pouvoir formellement raisonner sur ces politiques de contrôle d'accès en vue de garantir leur correction.

Ensuite, les thèses d'Amira Radhouani (bourse MESR) et de Salim Chehida (doctorant visiteur pour 18 mois dans l'équipe VASCO) ont exploité diverses perspectives de B4MSecure et ont donné lieu à plusieurs résultats. Amira Radhouani a proposé une technique pour la recherche automatisée de scénarios d'attaque à partir de spécifications B issues de modèles SecureUML (Cf. [²⁰¹⁵_(JI)TOPNOC]). L'approche repose sur une recherche symbolique arrière exploitant à la fois la preuve de théorèmes et la résolution de contraintes. Cette thèse a produit l'outil GenISIS (Generator of Insider attack Scenarios from an IS) qui est une extension de B4MSecure pour la recherche de scénarios malicieux. Salim Chehida a proposé des extensions de SecureUML aux diagrammes d'activité (Cf. [²⁰¹⁶_(CI)RCIS, ²⁰¹⁶_(JN)ISI]) ainsi que leur implantation dans l'outil. B4MSecure est aujourd'hui utilisé dans plusieurs travaux de recherche menés en dehors de notre équipe. J'ai pu recenser en particulier des applications à des domaines tels que les télécommunications, le ferroviaire et les bases de données.

Depuis 2018 j'ai lancé le projet Meeduse¹⁷ [²⁰²²_(CI)RCIS, ²⁰²²_(CN)AFADL, ²⁰²⁰_(CI)IFM, ²⁰²⁰_(JI)ISSE] pour lequel je consacre l'essentiel de mes activités de recherche actuelles. Fondamentalement, le projet Meeduse se base sur les résultats de B4MSecure. Le but est de fournir un cadre méthodologique outillé pour la conception formelle de langages dédiés domaines (DSL). Dès lors qu'un DSL est défini au moyen d'un méta-modèle ou d'une grammaire, Meeduse peut être appliqué pour produire des spécifications B décrivant la sémantique statique du langage. Cela a ouvert la voie à de nombreuses perspectives, surtout lorsque le langage dispose d'une sémantique dynamique qui lui confère un caractère exécutable. En peu de temps Meeduse a fait ses preuves et a été appliqué avec succès sur des cas réalistes ; d'une part dans le cadre du projet NextRegio (financé par l'IRT Railenium) et d'autre part dans le cadre de la compétition TTC'2019 qui s'est soldée par l'obtention du prix « Best verification ». La thèse d'Asfand Yar s'est déroulée dans ce contexte, et a montré l'intérêt indéniable de Meeduse pour la conception, la vérification et la validation de modèles ferroviaires. Ces axes de recherches se sont prolongés au travers de deux contrats de post-doc financés par le LIG : l'un (en 2023) s'est intéressé à la coordination de DSLs [²⁰²³_(CI)COORDINATION], et l'autre (qui a démarré en Janvier 2024) porte sur l'ouverture de Meeduse à des technologies supportées par des équipes Grenobloises, en l'occurrence CADP et LNT.

17. <http://vasco.imag.fr/tools/meeduse/>

5.2 Thématiques et vision personnelle

Depuis mes travaux de thèse (à Grenoble) [²⁰⁰⁶_(RE)PhD], en passant par mes travaux de post-doc (à Compiègne et Lille) [²⁰⁰⁹_(BC)Chapter, ²⁰⁰⁷_(CI)ICSEA] et d'ATER (à Toulouse) [²⁰⁰⁸_(CI)ICEIS], jusqu'à maintenant, je me suis intéressé au couplage de deux paradigmes très largement connus en GL ; à savoir les méthodes formelles (FM¹⁸) et l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM ou MDE¹⁹ en anglais). Après de nombreux résultats et divers cadres applicatifs, je dénomme ce couplage par le terme FMDE (pour Formal Model-Driven Engineering) [²⁰²³_(RE)HdR]. En réalité, je ne suis pas pionnier dans le domaine car plusieurs travaux, depuis les années 90, se sont penchés sur l'intégration de méthodes [4]. Le plus souvent leur but a été de renforcer le paradigme IDM par du raisonnement formel et le rendre ainsi plus adapté dès lors qu'il s'agit de prendre en compte des exigences de sûreté et/ou de sécurité. Pris séparément, ces travaux ne couvrent que très partiellement le paradigme IDM ; mais combinés, ils permettent d'adresser un éventail très large de modèles et de langages. Mon objectif, tel que je l'ai présenté en 2008 dans mon projet d'intégration à l'ENSIMAG en tant que MdC, a été de proposer un cadre fédérateur qui permette de faire cohabiter des approches variées. L'idée est d'amener les travaux existants autour du FMDE à s'appliquer en dehors de leur cadre d'origine. Cela permet de les élargir, de bénéficier de leurs atouts et éviter ainsi de les réinventer à chaque fois qu'il s'agit d'aborder de nouveaux besoins.

Partant de cette ligne directrice, j'ai orienté mes investigations des quatorze dernières années vers deux directions de recherche auxquelles le paradigme FMDE apporte des bénéfices indéniables : (i) la Sécurité Dirigée par les Modèles (ou MDS pour Model-Driven Security), et (ii) les langages dédiés domaine (ou DSLs pour Domain-Specific Languages). Sous l'égide du MDE, les communautés MDS et DSL préconisent l'utilisation de modèles tout au long du processus de développement de logiciels, apportant des solutions au problème de validation (ou plutôt à la question « comment réaliser le bon système ? »). Néanmoins, le problème de la vérification (ou « comment bien faire le système ? ») reste un défi majeur, peut-être parce que le raisonnement formel (en terme de preuve de théorèmes ou de model-checking) ne faisait pas partie de l'initiative originelle du paradigme MDE. Pour être pragmatique, mes contributions reposent sur des notations bien établies : principalement UML et B [2, 3], et – à moindre échelle – BPMN, CSP, Z et les réseaux de Pétri. Par ailleurs, les résultats obtenus peuvent être inspirants et, à mon sens, devraient être étendus à d'autres langages qu'ils soient formels ou semi-formels, en vue de conférer au FMDE un spectre encore plus large. Mes contributions peuvent être classées selon les quatre thématiques suivantes :

AXE₁ : Method integration,
AXE₂ : Formal Model-Driven Security,
AXE₃ : Formal Domain-Specific Languages,
AXE₄ : Application & Railway Systems.

Ce classement est à la fois chronologique et pertinent du point de vue des efforts que je consacre à ces thématiques. Dans la suite de cette sous-section, je décris, sans être exhaustif, les challenges et les résultats obtenus dans chacune de ces thématiques. Pour plus de détails je réfère le lecteur à [²⁰²³_(RE)HdR].

5.2.1 AXE₁ : Method integration

Disposer d'une méthode qui garantit un développement de systèmes à la fois bien structurés et fiables est l'un des principaux objectifs du génie logiciel. C'est ce qui explique les nombreuses recherches d'intégration des méthodes formelles et semi-formelles. L'idée de coupler leurs notations (*e.g.* B et UML) a été étudiée depuis plusieurs années [4], et ce, compte tenu de la viabilité d'une telle intégration. En effet, les inconvénients des méthodes formelles peuvent être surmontés grâce aux apports des méthodes semi-formelles et réciproquement. D'un côté, les vues produites par les méthodes semi-formelles, en l'occurrence UML, se veulent synthétiques, structurantes et intuitives. Cependant, leur sémantique est souvent qualifiée de floue. La construction de systèmes sur la base de ces méthodes peut alors conduire,

18. Formal Methods

19. Model Driven Engineering

parfois, à des modèles ambigus. D'un autre côté, les principaux points forts des méthodes formelles sont : précision, et formalisme permettant vérification, tests et preuves. Cependant, la maîtrise de ces méthodes nécessite un niveau de formation important vu que les notations mathématiques abstraites sont peu intuitives et donc difficiles à comprendre.

Mes recherches dans ce contexte se sont focalisées sur les notations UML et B avec la thèse de Mohamed-Amine Labiadh et le projet ANR SELKIS²⁰, mais aussi sur Z avec la thèse de Nafees Qamar. Ces recherches partent du constat qu'il existe une foultitude d'approches qui se sont intéressées au couplage de ces notations. Toutefois, ces travaux sont à la fois très limités à leur cadre applicatif mais aussi leurs outils supports sont soit indisponibles soit obsolètes. Dans mon investigation, j'ai cherché à unifier ces approches dans un même environnement en tirant pleinement profit du paradigme IDM ; et ce, en vue de pouvoir combiner les règles qu'elles proposent et les faire évoluer aisément. L'objectif en est de pouvoir appliquer ces techniques en dehors de leur cadre originel et franchir par conséquent un pas vers le passage en vraie grandeur.

Publications			
[²⁰²² _(WI) DETECT,	²⁰¹⁹ _(WI) TTC,	²⁰¹⁴ _(WI) HOFM,	²⁰¹³ _(CN) AFADL,
²⁰¹³ _(CI) EMMSAD,	²⁰¹⁰ _(CN) AFADL,	²⁰⁰⁹ _(CI) EMMSAD,	²⁰⁰⁹ _(CN) INFORSID,
²⁰⁰⁹ _(CN) SafeModel,	²⁰⁰⁸ _(CI) ICEIS,	²⁰⁰⁷ _(BC) Chapter,	²⁰⁰⁷ _(JI) FMSD,
²⁰⁰⁷ _(CI) ICSEA,	²⁰⁰⁶ _(CN) INFORSID,	²⁰⁰⁶ _(JI) IST,	²⁰⁰⁶ _(WI) SEW,
²⁰⁰⁵ _(CI) ICFEM,	²⁰⁰⁴ _(WI) FMICS]		

Ces travaux se sont concrétisés par le développement d'un atelier IDM de multi-modélisation assurant les transformations d'UML vers des langages cibles de manière extensible et aisément configurable. Cet atelier constitue aujourd'hui le noyau des outils B4MSecure et Meeduse ; montrant ainsi l'intérêt de disposer d'un cadre fédérateur de travaux d'intégration de méthodes.

5.2.2 AXE₂ : Formal Model-Driven Security

Le plus souvent le terme "Sécurité" évoque des pirates ou des intrus, qui sont des personnes avec de fortes connaissances informatiques leur permettant d'exploiter les vulnérabilités du SI pour obtenir un accès illégal. En réalité les plus grandes menaces proviennent de l'intérieur du système, c'est-à-dire d'utilisateurs de confiance qui disposent déjà d'un accès légal. Ce type d'attaque est appelé "attaque interne" (ou "insider attack") et constitue l'un des risques les plus difficiles et les plus coûteux pour la cybersécurité [5]. Le problème dépasse la frontière du contrôle d'accès puisqu'il inclut des comportements humains difficiles à prédire. Les études industrielles, universitaires et gouvernementales existantes [7, 8, 6] élaborent des profils de personnalité et préconisent l'utilisation de systèmes de surveillance. Sans être exhaustif, certains de ces profils²¹ sont :

- Les *super-héros* qui, pour résoudre un problème ou aider quelqu'un, contournent les politiques de l'entreprise en croyant que cela peut être utile ou simplement approuvé.
- Les *audacieux* qui, pour prouver leur force (la plupart du temps à elles-mêmes), accèdent secrètement aux informations privées disponibles dans le réseau de l'entreprise.

Malheureusement, l'éventualité d'un abus de confiance est difficile à prévoir à l'avance sur la base de facteurs centrés sur l'humain. D'une part, il n'y a aucune certitude quant à un éventuel passage à l'acte, et d'autre part, la surveillance des personnes doit être conforme à la législation en vigueur sur la vie privée, ce qui la rend presque inefficace.

On peut constater cependant, que la logique applicative ainsi que les processus métier du SI, fournissent des connaissances utiles permettant d'aborder (autrement) ce problème. En effet, les études susmentionnées constatent que les insiders ne disposent souvent pas de compétences informatiques élevées (contrairement aux intrus et aux pirates), mais qu'ils ont une connaissance fine des usages du

20. SELKIS : (SEcure heaLth networKs Information Systems) : une méthode de développement de systèmes d'information médicaux sécurisés de l'analyse des besoins à l'implémentation

21. On trouve aussi : curieux, machiavélique, cupide, mécontent, opportuniste, etc.

système. Ainsi, en étant capable de répondre à la question « *qui a accès aux données sensibles et quel type d'accès est accordé ?* », on ne peut pas prétendre que le système est suffisamment sécurisé. La bonne question devrait être : « *l'utilisateur est-il capable d'exécuter une séquence d'actions pouvant le faire passer d'une interdiction à une autorisation ?* ». La première question fait référence à des problématiques statiques, et a été largement abordée dans l'approche MDS²² [9] grâce à plusieurs modèles de contrôle d'accès (SecureUML [1], UMLSec, etc). Cependant, la deuxième question reste ouverte car elle fait référence à des caractéristiques comportementales et à l'accessibilité de situations indésirables accordant à l'utilisateur des privilèges qu'il ne devrait pas avoir.

Dans mon investigation autour de cette thématique, j'ai proposé d'enrichir le paradigme MDS avec des techniques formelles de preuve, de résolution de contraintes et de model-checking (d'où l'appellation Formal MDS). En effet, dès lors que le problème des menaces internes est ramené à un problème d'atteignabilité (ou reachability), ces techniques trouvent pleinement leur place en MDS.

Publications

[²⁰²³_(CI) CRISIS, ²⁰²⁰_(WI) SecureMDE, ²⁰¹⁷_(CI) ECBS, ²⁰¹⁶_(CI) RCIS, ²⁰¹⁶_(JN) ISI, ²⁰¹⁶_(CN) AFADL, ²⁰¹⁵_(CN) INFORSID, ²⁰¹⁵_(CI) ICFEM, ²⁰¹⁵_(JI) IJSMD, ²⁰¹⁵_(WI) FormalISE, ²⁰¹⁵_(JI) TOPNOC, ²⁰¹⁴_(JN) ISI, ²⁰¹⁴_(WI) FMS, ²⁰¹¹_(WI) WISSE, ²⁰¹¹_(CI) SACMAT, ²⁰¹¹_(JI) ISSE, ²⁰¹¹_(CI) ARES, ²⁰¹¹_(CI) ICFEM]

Mes travaux se sont concrétisés par le développement de B4MSecure et GenISIS (voir section 5.3) ainsi que des techniques de test et d'animation de modèles de contrôle d'accès. Aujourd'hui j'exploite ces résultats dans mes enseignements en 3A ENSIMAG et au Master 2 MoSIG.

5.2.3 AXE₃ : Formal Domain-Specific Languages

Plusieurs langages de modélisation dédiés domaine (DSLs), tels que les automates de D. Harel, les réseaux de Pétri ou les diagrammes de séquences d'UML décrivent les aspects comportementaux d'un système. Ils disposent ainsi d'une sémantique dite opérationnelle qui leur confère un caractère exécutable — d'où l'appellation xDSLs²³. Les travaux IDM qui se sont intéressés à ce type de DSLs, ont donné lieu à des langages d'action (*e.g.* Kermeta, fUML) ainsi que des outils divers (*e.g.* xMOF, USE). Grâce à son "exécutabilité", un xDSL permet de simuler le comportement du système bien avant les activités de codage. L'objectif en est d'aborder les activités de vérification et validation (V&V) tôt dans le processus de développement.

Malheureusement, les ateliers de conception de DSLs (appelés Language Workbenches — LWBs) ne supportent pas les méthodes formelles, ce qui les rend contre-productifs. En effet, le xDSL est sensé aider aux activités de V&V et par conséquent il se doit d'être exempt d'erreurs ; alors que les LWB existants ne donnent aucun moyen pour garantir cette correction. Cette affirmation repose sur les études de Kosar et al., [10] et Iung et al., [11] qui ont finement étudié et analysé les LWBs existants de 2006 jusqu'en 2019. La première étude [10] (2006-2012) indique clairement qu'il y a un besoin urgent d'identifier les raisons et trouver les solutions. Elle invite pour ce faire les communautés DSL et FM à mieux collaborer. La deuxième étude [11](2012-2019) ne se réfère qu'au test comme activité de vérification et montre que sur les 59 LWB analysés seuls 9 proposent un support au test.

Dans mes investigations, j'ai cherché à donner une réponse à cette problématique grâce à l'usage de la méthode B [3] et ses outils de vérification : animation, preuve de théorèmes et model-checking. L'objectif est de neutraliser les risques d'erreur émanant du langage, en exprimant formellement ses sémantiques statique et dynamique.

22. Model-Driven Security

23. xDSL : Executable Domain-Specific Language.

Publications

[²⁰²⁴_(CI) ABZ, ²⁰²⁴_(X) ISSE, ²⁰²³_(CI) COORDINATION, ²⁰²²_(JI) ISSE,
²⁰²²_(CI) RCIS, ²⁰²²_(CN) AFADL, ²⁰²²_(WI) MoDeVva, ²⁰²¹_(CI) ESSE,
²⁰²⁰_(WI) DETECT, ²⁰²⁰_(CI) IFM, ²⁰²⁰_(JI) ISSE, ²⁰¹⁸_(CN) AFADL, ²⁰¹⁰_(JN) ISI]

Mes travaux se sont concrétisés par le développement de Meeduse (voir section 5.3), un LWB qui permet d’instrumenter formellement un xDSL en décrivant sa sémantique en B et en fournissant l’outillage de vérification et d’exécution nécessaire.

5.2.4 AXE₄ : Application & Railway Systems

Dans les systèmes de contrôle et de sécurité ferroviaires, l’application de méthodes formelles est devenue une exigence forte comme le préconise la norme CENELEC EN 501281 ²⁴. Cependant, même si les méthodes formelles apportent des solutions au problème de vérification, les erreurs humaines peuvent conduire à une spécification erronée, et produire ainsi le mauvais système. En effet, même si les preuves de correction réussissent, une spécification formelle peut être erronée pour deux raisons principales : une mauvaise compréhension des besoins des utilisateurs ou des erreurs dans l’expression de ces besoins. Aussi, la vérification seule ne suffit-elle pas, et les activités de validation sont tout autant nécessaires. Dans le ferroviaire, on constate que les représentations textuelles et/ou graphiques des concepts du domaine – utilisant UML ou des langages dédiés – sont omniprésentes. Ces notations ont la capacité de communiquer des informations standardisées et de partager des connaissances communes sur plusieurs mécanismes ferroviaires : circuits de voie, règles de signalisation, systèmes d’enclenchement, etc.

Le ferroviaire constitue un cadre applicatif fort utile à mes recherches autour du FMDE ; et ce, que ce soit dans le contexte de l’AXE₂ ou l’AXE₃. En effet, ce mariage entre méthodes formelles et IDM, permet d’aborder à la fois les activités de vérification et de validation.

Publications

[²⁰²⁴_(CI) ICECCS, ²⁰²⁰_(WI) FACS, ²⁰¹⁹_(CI) RSSRail^a, ²⁰¹⁹_(CI) FMICS,
²⁰¹⁹_(CI) RSSRail^b, ²⁰¹⁸_(CI) MEDI, ²⁰¹⁵_(JN) TSI, ²⁰¹⁴_(CN) AFADL, ²⁰¹⁴_(CI) ABZ,
²⁰⁰⁹_(BC) Chapter]

AXE₂ & ferroviaire : les systèmes ferroviaires abordent des problématiques de sûreté mais également des problématiques de sécurité. Lors d’une première collaboration entre l’équipe VASCO/LIG et l’IFSTTAR [²⁰¹⁵_(JN) TSI, ²⁰¹⁴_(CN) AFADL, ²⁰¹⁴_(CI) ABZ] nous avons exploité l’usage d’UML et de SecureUML pour la modélisation de règles d’exploitation du système ERTMS/ETCS ²⁵. Ces règles accordent des autorisations de mouvement aux trains pour garantir un fonctionnement sûr et exempt d’accidents. En d’autres termes, il s’agit d’accorder des permissions d’exécuter certaines actions (*e.g.* accélérer, s’engager dans une voie, s’arrêter, etc) par un ensemble d’acteurs (*e.g.* conducteur, agent au sol, etc) sur un ensemble d’objets (*e.g.* Trains, Signalisation, etc). Ceci étant, ces règles peuvent être vues comme des politiques de contrôle d’accès au sens MDS. Le cadre conceptuel que j’ai développé dans l’AXE₂ a pu ainsi être appliqué sur le système ERTMS/ETCS. La recherche de scénarios d’accidents s’apparente au problème des attaques internes et revient à étudier l’atteignabilité d’états indésirables.

AXE₃ & ferroviaire : La plupart des outils de modélisation ferroviaire (*e.g.* SafeCap, RailAid) ne sont pas construits sur un DSL formellement défini ; et la plupart des solutions formelles ne sont pas supportées par des outils de modélisations. Dans ce contexte Meeduse a montré sa force de mélanger les deux aspects dans un même outil. Ces travaux ont été financés par le projet NExTRegio de l’IRT Railenium et soutenus par SNCF Réseau. L’intention était d’aborder l’analyse des systèmes de signalisation ferroviaire basés sur des solutions émergentes d’automatisation des trains. Cette application a

24. <https://standards.globalspec.com/std/13113133/en-50129>.

25. European Rail Traffic Management System : <http://www.ertms.net>

conduit à la réalisation d'un DSL graphique [²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^a, ²⁰¹⁹_(CI)FMICS] équipé d'une sémantique formelle, qui assiste les experts du domaine à la conception de topologies ferroviaires et réaliser les activités d'analyse sous-jacentes. Ce travail s'est prolongé dans la thèse de doctorat d'Asfand Yar.

5.3 Diffusion d'outils

5.3.1 Meeduse

Meeduse [²⁰²²_(JI)ISSE, ²⁰²²_(CI)RCIS, ²⁰²⁰_(CI)IFM, ²⁰²⁰_(JI)ISSE] met en œuvre une approche dite compilée, avec pour espace technologique cible celui de la méthode B. D'une part, il repose sur ProB [12] et bénéficie par conséquent de la richesse de ses fonctionnalités. D'autre part, il apporte la brique manquante (en comparaison avec les travaux existants) car il est à-même de reproduire les actions réalisées par ProB (*e.g.* animation, model-checking) et les appliquer au langage source. L'approche de l'outil est présentée dans la Figure 2. A partir du méta-modèle (ou d'une grammaire ANTLR) du DSL, Meeduse génère une machine B fonctionnelle (appelée Static Semantics) qui représente ses aspects structurels. La sémantique d'exécution du langage peut alors être définie dans une machine B à part (appelée Dynamic Semantics) qui inclut la machine fonctionnelle. Ce niveau sémantique permet de travailler sur la correction du DSL au moyen d'outils de preuve comme l'AtelierB.

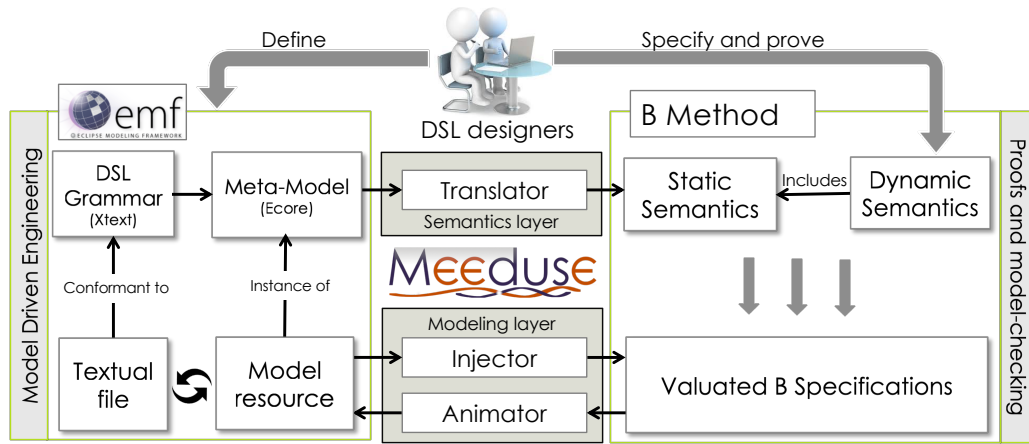


FIGURE 2 – Concepts majeurs de Meeduse (Figure issue de [²⁰²⁰_(CI)IFM])

Pour réaliser l'exécution de modèles, Meeduse embarque ProB et l'utilise de manière complètement transparente pour l'utilisateur final. A partir d'un modèle conforme au méta-modèle du DSL, Meeduse produit un raffinement de la spécification fonctionnelle en y introduisant les données du modèle. On obtient ainsi une spécification évaluée et sémantiquement équivalente au modèle en entrée. Ayant cette spécification évaluée, ProB entre en action pour calculer les opérations déclenchables dans l'état courant. A chaque pas de l'animation, Meeduse calcule la différence entre l'état avant et l'état après l'animation, et applique les modifications sous-jacentes au modèle source produisant ainsi son exécution.

Meeduse se présente aujourd'hui comme étant le seul atelier de conception formelle de DSLs. Il a été appliqué à de nombreux cas d'études impliquant des langages dédiés exécutables, *e.g.* réseaux de Pétri, ferroviaire, domotique, planification d'emploi du temps, modélisation de systèmes d'évacuation d'urgence, ontologies, etc.

5.3.2 B4MSecure

B4MSecure [²⁰¹⁵_(CI)ICFEM, ²⁰¹⁵_(JI)IJSMD, ²⁰¹⁴_(JN)ISI, ²⁰¹¹_(CI)SACMAT] est une plateforme IDM qui permet la validation de politiques de contrôle d'accès dès les phases conceptuelles d'un SI. Elle a été initiée pour deux objectifs majeurs :

- Effectuer des vérifications automatisées sur des modèles et garantir une certaine confiance dans le SI avant son opérationnalisation ;

- Disposer d'un modèle du SI validé, durable et étroitement lié aux exigences fonctionnelles et non-fonctionnelles.

La plateforme en œuvre une modélisation conjointe en UML et B des aspects fonctionnels du SI ainsi que des politiques de contrôle d'accès. D'une part, les modèles graphiques UML, fondés sur le profil SecureUML [1], permettent de disposer de vues compréhensibles et structurantes, et d'autre part, leurs contre-parties en B permettent de tirer pleinement profit des outils de validation formelle comme des animateurs (e.g. ProB) ou des prouveurs (e.g. AtelierB). L'approche de l'outil est illustrée par la Figure 3. B4MSecure génère deux modèles B :

- Un premier modèle fonctionnel produit grâce à une traduction directe d'UML en B. Ce modèle peut être enrichi par la prise en compte de contraintes fonctionnelles (invariants) et sert pour vérifier la correction des opérations et transactions réalisées par le SI.
- Un deuxième modèle B qui représente la politique de sécurité en vue de contrôler l'accès aux diverses entités fonctionnelles. Ce deuxième modèle joue le rôle d'un filtre de sécurité qui permet de contrôler l'usage des opérations du SI.

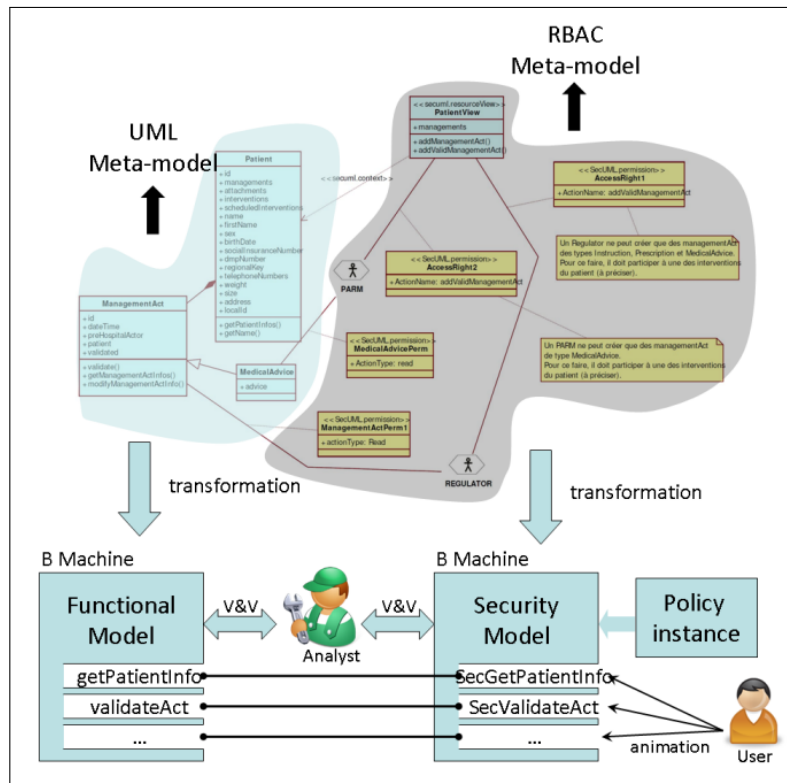


FIGURE 3 – Approche B4MSecure

L'outil est disponible en Open Source (sous licence LGPL) à l'adresse : <http://vasco.imag.fr/tools/b4msecure/>. Il a été utilisé et étendu dans plusieurs thèses développées en dehors de notre équipe et a permis ainsi de mettre en place des collaborations intéressantes telles que le projet NextRegio mené avec l'IRT Railenium (Lille). En outre, il a fait l'objet d'un dépôt APP par l'UGA.

5.3.3 Autres outils

GenISIS ²⁶_{[(CN)]AFADL}, ²⁰¹⁵_{[(JI)]TOPNOC}, ²⁰¹⁴_{[(WI)]FMS} est le fruit du travail de thèse d'Amira Radhouani. Il étend B4MSecure sur deux plans :

1. Vérification de l'atteignabilité d'états en B : l'extraction d'attaques internes dans un SI se ramène à résoudre un problème d'atteignabilité. En effet, un scénario d'attaque est défini comme l'exécution d'une séquence d'opérations permettant d'atteindre un état, dit indésirable, à partir

26. Generator of Insider attack Scenarios from an Information System

duquel certaines règles de contrôle d'accès peuvent être contournées. Ainsi, pour exhiber les scénarios d'attaque, GenISIS propose de vérifier l'atteignabilité de ces états indésirables.

2. Extraction des scénarios d'attaques internes : cette extraction passe d'abord par la caractérisation des états indésirables et la classification des types d'attaques à étudier (attaque basique, attaque à contrainte, attaque planifiée et attaque masquée). Ensuite, Pour extraire les scénarios d'attaques à partir d'une spécification formelle B, l'outil agit en deux phases. Dans la première phase, il évalue l'atteignabilité des états indésirables dans le modèle fonctionnel. Dans la deuxième phase, l'outil analyse la possibilité de réaliser les séquences issues de la phase précédente dans le modèle de sécurité.

SeWAT²⁷_[CI]²⁰¹⁷_{ECBS} a été développé pour compléter les activités de validation formelle issues des outils précédents par des techniques de génération de code. Il permet de produire des filtres de contrôle d'accès pour des applications web en Spring. L'outil se présente sous forme de plugins eclipse intégrant un langage dédié à la description d'applications web. Bien que cet outil soit encore à l'état expérimental, il constitue une application intéressante de l'approche MDS (Model-Driven Security) dont l'intention est de ne pas se limiter aux activités de modélisation, mais d'aller vers des plate-formes cibles.

5.4 Prix et distinctions

- 2023.** Best paper award à la Conférence CRiSIS 2023
18th International Conference on Risks and Security of Internet and Systems.
⇒ Article intitulé : A Process-Centric Approach to Insider Threats Identification in Information Systems. Auteurs : Akram Idani, Yves Ledru et German Vega.
- 2021.** Best presentation award à la conférence ACM/ESSE'2021
European Symposium on Software Engineering.
⇒ Article intitulé : A Lightweight Development of Outbreak Prevention Strategies Built on Formal Methods and xDSLs. Auteurs : Akram Idani.
- 2019.** Best verification award (1^{er} prix) & Audience award (3^{eme} prix) au challenge TTC'2019
Transformation Tool Contest, Part of the Software Technologies : Applications and Foundations (STAF) federated conferences.

5.5 Encadrement doctoral et scientifique

Post-doctorants

- Lucie Muller (Janvier 2024 - Décembre 2024)
 - *Titre* : Approche basée sur LNT pour la vérification de langages exécutables
 - *Taux d'encadrement* : 75%
 - *Description* : Ce travail entamé récemment favorise les collaborations avec les équipes SIGMA et CONVECS. Il s'agit d'un post-doc d'axe, avec un financement du LIG. L'objectif de ce travail est de rendre Meeduse multi-cibles en produisant d'autres modèles formels que ceux exprimés en B. Le choix du langage LNT a été fait pour intégrer pleinement Meeduse dans l'écosystème Grenoblois. Des passerelles entre B et LNT sont également envisagées.
- Salim Chéhida (Janvier 2023 - Décembre 2023)
 - *Titre* : Tissage de modèles pour la coordination de DSLs exécutables
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Description* : Ce travail a eu trois objectifs majeurs : (1) capturer les relations entre les différents modèles d'un système ainsi que les langages sous-jacents ; (2) mettre en oeuvre les activités de vérification et de validation nécessaires ; et (3) proposer un modèle de tissage pour coordonner l'exécution de ces langages. Ce travail a donné lieu à une publication à la conférence Coordination'2023 _[CI]²⁰²³_{COORDINATION}.

27. Secure Web Application Tooling

- Abderrahim Ait-Wakrime (2018 - 2019)
 - *Titre* : Introduction de Event-B dans B4MSecure
 - *Taux d'encadrement* : 25%
 - *Description* : Ce travail de post-doc s'est inscrit dans le cadre du projet NexRegio (IRT-Railenium, 2015/2019) et a eu pour objectif d'étendre B4MSecure pour la génération de spécifications en Event-B. B4MSecure étant limité au B Opérationnel, il ne répondait pas pleinement aux attentes du projet. Ce travail a fait l'objet de deux publications majeures : [²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^b, ²⁰¹⁸_(CI)MEDI].

Thèses soutenues :

- Asfand Yar (2020 .. 2023)
 - *Titre* : Executable DSLs for Railway systems, Application to ERTMS/ETCS
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Y. Ledru (25%), et S. Collart-Dutilleul (25%)
 - *Résumé* : Cette thèse a proposé des DSLs formellement définis dont les notations reposent sur des standards ferroviaires comme EULYNX, RailML et RailTopoModel. Ces DSLs sont rendus opérationnels en définissant leur sémantique dynamique au travers des concepts d'ERTMS/ETCS. L'outil Meeduse a été pleinement exploité et a été étendu pour permettre la réutilisation de spécifications B [²⁰²⁴_(X)ISSE, ²⁰²⁴_(CI)ICECCS, ²⁰²²_(WI)MoDeVva, ²⁰²⁰_(WI)FACS].
- Amira Radhouani (2013 .. 2017)
 - *Titre* : Validation en UML et B de politiques de sécurité en Systèmes d'Information
 - *Taux d'encadrement* : 33%
 - *Co-direction* : Y. Ledru (33%), et Narjes Ben Rajeb (33%)
 - *Résumé* : Cette thèse a travaillé sur la problématique de la génération de scénarios d'attaques internes à partir d'une formalisation en B de politiques de contrôle d'accès. Elle a proposé une technique de recherche symbolique arrière qui repose sur la preuve de théorèmes et la résolution de contraintes. Ce travail a donné lieu à l'outil GenISIS [²⁰¹⁶_(CN)AFADL, ²⁰¹⁵_(JI)TOPNOC, ²⁰¹⁴_(JN)ISI, ²⁰¹⁴_(WI)FMS].
- Nafees Qamar (2009 .. 2011)
 - *Titre* : Specification and animation of Security Design Models using Z
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Y. Ledru (50%)
 - *Résumé* : La thèse d'Asfand a identifié un type de vulnérabilité spécifique qui correspond à l'évolution du SI pour contourner des contraintes d'autorisation. Cette thèse a utilisé le langage Z et l'animateur Jaza et a mis en place une technique d'animation interactive où à chaque pas de l'animation l'utilisateur dispose d'un catalogue de requêtes lui permettant d'avoir des informations sur le modèle. Ces requête permettent de simuler pas à pas le comportement d'un attaquant. Plusieurs publications sont issues de cette thèse [²⁰¹⁵_(JI)IJSMD, ²⁰¹¹_(WI)WISSE, ²⁰¹¹_(CI)SACMAT, ²⁰¹¹_(CI)ARES, ²⁰¹¹_(CI)ICFEM].

Thèse interrompue

- Mohamed-Amine Labiadh (2009 .. 2013)
 - *Titre* : Intégration de UML et de méthodes formelles pour l'étude de la sécurité en Systèmes d'Information : approche basée sur l'IDM
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Y. Ledru (50%)
 - *Résumé* : Malheureusement, malgré la qualité de ce travail, Mohamed-Amine a été contraint d'abandonner cette thèse en 2013 suite à des soucis de santé assez graves. Plusieurs publications qui montrent la qualité de ce travail, sont à signaler : Journal International IJISMD 2015 [²⁰¹⁵_(JI)IJSMD], Journal international ISSE 2011 [²⁰¹¹_(JI)ISSE], Revue nationale ISI 2010 [²⁰¹⁰_(JN)ISI], Conférence Internationale SACMAT 2011 [²⁰¹¹_(CI)SACMAT], Wkshp international WISSE 2011 [²⁰¹¹_(WI)WISSE], Conférence Internationale SAR-SSI 2011 [²⁰¹¹_(CI)SAR-

Encadrement d'un doctorant visiteur

- Salim Chéhida (2014 .. 2016)
 - *Titre* : Modèles et politiques pour la sécurité des systèmes d'Information
 - *Taux d'encadrement* : 33%
 - *Co-direction* : Y. Ledru (33%), Mustapha Kamel Rahmouni (33%)
 - *Résumé* : Salim Chehida est Maître Assistant de l'Université de Mostaganem, (Algérie). Il a soutenu sa thèse de doctorat en Algérie le 2 mars 2017. Ses thèmes de recherche sont proches de ceux de l'équipe VASCO. Après deux courts séjours (quelques semaines) dans notre équipe en 2013 et 2014, il a obtenu un financement algérien pour un séjour de 18 mois dans l'équipe VASCO (du 1er octobre 2014 au 31 mars 2016). Pendant son séjour j'ai eu l'opportunité de co-encadrer ses travaux avec mon collègue Yves Ledru. Cette collaboration a donné lieu à des publications communes [²⁰¹⁶_(CI)RCIS, ²⁰¹⁶_(JN)ISI, ²⁰¹⁵_(CN)INFORSID].

Encadrement de M2R

1. Marian Aldescu (2020/2021)
 - *Titre* : Application of AI techniques for smart execution of DSLs
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Dominique Vaufreydaz, équipe MPSI/LIG (50%).
2. Antoine Rotival (2020/2021)
 - *Titre* : Ingénierie formelle de langages dédiés domaine pour une domotique sûre
 - *Taux d'encadrement* : 100%
3. Guy Kanbar (2019/2020)
 - *Titre* : Execution of secure business processes in BPMN
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Mario Cortex-Cornax, équipe SIGMA/LIG (50%).
4. Filip Kosanovic (2018/2019)
 - *Titre* : Modeling and Formal Validation of Security Policies in BPMN
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Mario Cortex-Cornax, équipe SIGMA/LIG (50%).
5. Essia Karmous (2018/2019)
 - *Titre* : Validation formelle et test de Politiques de contrôle d'accès
 - *Taux d'encadrement* : 100%
6. Daniel Bossle Dos Santos (2016/2017)
 - *Titre* : Model Driven Security Validation in Software Component Development
 - *Taux d'encadrement* : 100%
7. Hassen Bazarbacha (2015/2016)
 - *Titre* : Security testing of access control policies
 - *Taux d'encadrement* : 100%
8. Mouna Labiadh (2015/2016)
 - *Titre* : Synthèse de moteurs de contrôle d'accès à partir de modèles
 - *Taux d'encadrement* : 100%
9. Abbes Rjab (2014/2015)
 - *Titre* : Recherche de scénarios malicieux par résolution de contraintes
 - *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Amira Radhouani, doctorante (50%).
10. Hassan Lolo (2011/2012)
 - *Titre* : Approche formelle pour une validation systématique de politiques de sécurité

- *Taux d'encadrement* : 50%
 - *Co-direction* : Yves Ledru, équipe VASCO/LIG (50%).
11. Karim Lahmar (2008/2009)
- *Titre* : Intégration efficace de UML et de méthodes formelles
 - *Taux d'encadrement* : 100%

5.6 Rayonnement

Membre de comités de suivi de thèse (CSI)

- Amine Hamidi (2022/2025)
 - *Titre* : Formalisation de la composante logicielle d'un transport ferroviaire autonome innovant
 - *Encadrants* : Régine Laleau et Simon-Collart Dutilleul
 - *Établissement* : Ecole doctorale Mathématiques, sciences du numérique et de leurs interactions (MADIS) - Université de Lille

Participation à des jurys de thèse

- Lucie Muller (Décembre 2023)
 - *Titre* : Formal Modelling and Validation for Automated Vehicles
 - *Établissement* : Université Grenoble Alpes
 - *Rôle* : examinateur
- Racem Bougacha (Juillet 2023)
 - *Titre* : Une approche formelle pour la modélisation d'architectures de haut niveau de systèmes complexes alignées avec les modèles d'exigences
 - *Établissement* : Centrale Lille
 - *Rôle* : examinateur
- Philip Körner (Octobre 2022)
 - *Titre* : On Executing State-Based Specifications and Partial Order Reduction for High-Level Formalisms
 - *Établissement* : Université de Düsseldorf - Allemagne
 - *Rôle* : expert
- Thi Mai Nguyen (Janvier 2017)
 - *Titre* : A model driven engineering approach to build secure information systems
 - *Établissement* : Telecom SudParis - France
 - *Rôle* : examinateur
- Thanh-Thanh Le Thi (Juin 2011)
 - *Titre* : Modélisation en UML/OCL des langages de programmation et processus IDM
 - *Établissement* : Université Paul Sabatier, Toulouse - France
 - *Rôle* : examinateur

Pilotage

- Co-Président du comité de programme de l'atelier MoDeVVa@Models (Model Driven Engineering Verification and Validation, collocated with the ACM/IEEE International Conference on Model-Driven Engineering Languages and Systems). Éditions : 2021, 2022, 2023, 2024.
- Membre du conseil du comité de programme de l'édition 2023 de la conférence francophone INFORSID.
- Co-président (avec Nikolai Kosmatov) du comité de programme de la conférence AFADL'2017 (Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels).
- Workshops co-chair (avec Carlos Canal) à l'International Conference on Software Engineering and Formal Methods SEFM'2014 qui s'est déroulée à Grenoble.

- Publicity chair à l'International Workshop on Information Systems Security Engineering WISSE, collocalisé avec la conférence CAiSE (éditions 2015 et 2016).

Rapporteur pour des revues internationales

- Formal Aspects of Computing (FAC) - ACM, Quartiles 2/3
- IEEE Software - IEEE, Quartiles 1/2
- Formal Methods in System Design (FMSD) - Springer
- Journal of Systems and Software (JSS) - Springer
- Information & Software Technology - Elsevier
- Journal of Object Technology (JOT)
- International Journal of Critical Computer-Based Systems (IJCCBS) - Inderscience
- International Journal on Software and Systems Modeling (SoSyM) - Springer
- Logic Journal of the IGPL - Oxford University Press
- International Journal of Intelligent Information and Database Systems - Inderscience

Membre de comités de programme

- CRISIS (19th International Conference on Risks and Security of Internet and Systems) édition 2024
- RSSRail (International Conference on Reliability, Safety and Security of Railway Systems) édition 2023
- INFORSID 2023 - Numéro Spécial ISTE OpenScience
- INFORSID éditions 2010, 2017, 2020 et 2023
- WS-TBFM (Workshop on Tool Building in Formal Methods) éditions 2010, 2011
- AFADL éditions 2010, 2012, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019, 2022
- VOLT (Validation and Verification of Model Transformations) édition 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017
- VOLT Numéro Spécial Journal of Object Technology (2012/2013)
- WISSE (International Workshop on Information Systems Security Engineering) éditions 2015, 2016
- VECoS (International Conference on Verification and Evaluation of Computer and Communication Systems) éditions 2020, 2021
- MEDI (International Conference on Model and Data Engineering) éditions 2014, 2015, 2016
- DETECT (International Workshop on Modeling, Verification and Testing of Dependable Critical Systems) éditions 2021, 2022
- AICCSA (ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications) éditions 2017, 2018, 2019
- International Symposium on Symbolic Computation in Software Science 2016
- Workshop B 2010

Membre de comités d'organisation

- International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE 2020)
- International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS 2016)
- International Conference on Software Engineering and Formal Methods (SEFM 2014)
- Congrès francophone INformatique des ORganisations et Systèmes d'Information et de Décision (INFORSID 2016)

Édition d'actes

- Co-éditeur des actes des workshops associés à SEFM 2014 : C. Canal, A. Idani. Software Engineering and Formal Methods - SEFM 2014 Collocated Workshops : HOFM, SAFOME, OpenCert, MoKMaSD, WS-FMDS, Grenoble, France, September 1-2, 2014, Revised Selected Papers. LNCS 8938, Springer 2015. ^[2015]_(Ed)Proceedings

Diffusion de travaux par l'enseignement

- Réalisation de travaux pratiques autour de la plateforme B4MSecure dans le cadre d'un cours de Sécurité, pour des élèves ingénieurs de l'ENSIIE (en 2013 et 2014). Invité par Catherine Dubois.

Animations scientifiques

- J'ai été co-responsable pendant 8 ans (de 2012 à 2020) avec Virginie Wiels et Yamine Ait-Ameir du groupe de travail MFDL (Méthodes Formelles pour le Développement de Logiciels) du GDR GPL (Génie de la Programmation et du Logiciel). Dans ce cadre, j'ai eu l'occasion d'organiser et de participer à diverses manifestations scientifiques nationales (réunions de travail, journées nationales, etc).

5.7 Coordination de projets de recherche

xOWL. Executable OWL

- Année 2022 [²⁰²²_(WI)DETECT]
- Financé par le LIG dans le cadre de l'appel à projets Émergence.
- Instaure une nouvelle collaboration avec le laboratoire LIMICS / INSERM, Paris 13.
- *Contexte et contributions* : La représentation (et la gestion) des connaissances est une activité qui peut s'avérer hautement critique lorsqu'elle sert à mettre en place des systèmes de raisonnement, de recommandation ou de veille technologique visant à prendre des décisions cruciales notamment dans un contexte médical. Dans le projet xOWL, nous nous sommes intéressés aux problématiques suivantes :
 - Comment adapter une ontologie existante ou y introduire de nouvelles connaissances en prenant en compte aussi bien les contraintes du langage d'expression d'ontologies que les contraintes du domaine applicatif ?
 - Comment aligner deux ou plusieurs ontologies produites par des experts du domaine sans introduire des inconsistances structurelles ou sémantiques ?
 - Comment analyser les inconsistances identifiées par les raisonneurs, pour ainsi aider à la réparation de l'ontologie ? Et dans quelle mesure peut-on évaluer la qualité d'une ontologie qui résulte d'un processus de réparation ?

DomoSûr. Domotique Sûre

- Année 2020 [²⁰²¹_(CI)ESSE]
- Financé par le LIG dans le cadre de l'appel à projets Émergence.
- Exploite Meeduse dans le domaine de la domotique avec comme cadre expérimental la plateforme Domus de l'UGA.
- *Contexte et contributions* : les applications domotiques sont de plus en plus utilisées dans des domaines nécessitant un respect strict de certaines règles ou normes comme dans un contexte médical, au sein d'un hôpital ou dans des situations de maintien à domicile. Dans ce type de situations, on perçoit le côté « critique » de l'application domotique. Dans une situation de maintien à domicile par exemple, la domotique ne doit pas empêcher la personne d'évacuer (ou d'être évacuée) si un incendie se déclenche. La question majeure à soulever en dehors du cadre médical lui-même est donc : comment peut-on vérifier ces scénarios de manière exhaustive, et en situation réelle, pour attester qu'ils sont exempts d'erreurs ? C'est sur ce point précis que nous avons porté le projet DomoSur, en proposant de combiner une approche dédiée domaine (pour permettre la validation par les experts du domaine de scénarios métier) et une approche formelle assistée par des outils de preuve (pour effectuer la vérification et produire un système garanti sans fautes).

MoVaSec. Modélisation et Validation formelle de Politiques de Sécurité en BPMN

- Année 2019 [²⁰²⁰_(WI)SecureMDE]

- Financé par le LIG dans le cadre de l'appel à projets Émergence.
- Co-porté avec Mario Cortes Cornax de l'équipe SIGMA/LIG.
- *Contexte et contributions* : La mise en oeuvre de processus métier efficaces et sûrs est une préoccupation de grande importance dans le développement des systèmes d'information étant donné l'impact que cela peut avoir sur le gain de productivité d'une entreprise. De ce fait, plusieurs travaux proposent des techniques d'optimisation et vérification de processus métiers en partant d'une représentation de haut niveau le plus souvent exprimée selon le paradigme BPMN, qui est aujourd'hui le standard de facto pour la modélisation de processus métier. Ce projet se focalise sur la prise en compte des règles de sécurité du Système d'Information lors de la conception d'un processus métier et vise un double objectif :
 - Prise en compte, au niveau d'une modélisation BPMN, de la sécurité des données utilisées dans les différentes activités d'un processus métier ;
 - Raisonnement formel assisté par des outils de preuve et de model-checking sur la cohérence entre la sécurité au niveau des données et la sécurité au niveau du processus métier.

VPSIS. Validation formelle de Politiques de sécurité dans des Infrastructures de Service

- Année 2017
- Financé par le LIG dans le cadre de l'appel à projets Émergence.
- Collaboration avec l'INSA Lyon.
- *Contexte et contributions* : Les plateformes de services sont de plus en plus utilisées dans le domaine des applications embarquées. La raison de cela est que l'installation, l'activation et l'exécution des programmes sont gérées par un intergiciel dédié, ce qui favorise une séparation fonctionnelle des composants, ainsi qu'une description conceptuelle des composants logiciels, de leur cycle de vie et de leurs interactions. La forte dynamique de ces composants fait que les applications embarquées qui en découlent doivent prendre en compte le fait que des services peuvent être installés, mis à jour, ou supprimés à tout moment en fonction des besoins métier. Cette interaction de services n'est pas sans conséquences sur la sécurité de l'application. En effet, les composants peuvent non seulement contenir des données sensibles mais également activer des opérations sensibles. Ce projet a porté sur l'identification de vulnérabilités à partir de modèles de composants et de leurs politiques de sécurité, ainsi que sur la vérification du respect de ces modèles au niveau d'une implémentation. Pour ce faire, ce projet a exploité les outils de validation formelle existants, parmi lesquels la plateforme B4MSecure, ainsi que des outils développés par les partenaires pour l'étude de vulnérabilités comme GenISIS, GeneSyst et OSGILarva.

DELISS. Déploiement validé de politiques de sécurité en Systèmes d'Information

- Années 2015/2016 [²⁰¹⁷_(CI)ECBS]
- Financé par le programme AGIR (Alpes Grenoble Innovation Recherche), pôle MSTIC.
- Collaboration avec Michael Leuschel de l'Université de Düsseldorf.
- *Contexte et contributions* : Le projet DELISS a permis d'obtenir des résultats tant sur le plan théorique que pratique. Les résultats pratiques correspondent au développement et la diffusion des outils GenISIS et SeWAT. Sur le plan théorique plusieurs axes ont été développés :
 - Extension de B4MSecure : cet axe a principalement été développé par la thèse de Salim Chéhida qui a proposé l'intégration des diagrammes d'activités dans B4MSecure avec leur traduction formelle en B.
 - Proposition de divers niveaux de tests de politiques de contrôle d'accès en se basant sur les modèles formels B issus de nos outils : Random, Runtime et Exhaustive. Cet axe a été mené dans le travail de M2R de Hassan Bazarbacha.
 - Application de techniques de model-checking et de résolution de contraintes pour la génération de scénarios d'attaque. Cet axe a été mené conjointement par Amira Radhouani (doctorante) et Abbès Rjab (M2R).

- Mise en relation des niveau PIM (Platform Independant Model) et PSM (Platform Specific Model). Cet axe a été réalisé grâce aux travaux de Mouna Labiadh (M2R).

5.8 Participation à des projets de recherche

NextRegio. Solutions d'exploitation pour les lignes de desserte fine du territoire.

- IRT Railenium, 2015/2019 [²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^a, ²⁰¹⁹_(CI)FMICS, ²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^b]
- Ce projet définit une méthodologie pour la spécification semi-formelle et formelle de systèmes de signalisation ferroviaire. Il s'appuie sur le rapprochement entre les concepts sécuritaires de notre outil B4MSecure et les concepts de sûreté ferroviaire. Nos partenaires dans ce projet sont la SNCF, Clearsy, IFFSTAR, le LISMM (SupMeca) et l'IRIT.

SELKIS. A development method of secure health care networks information systems : from requirements engineering to implementation.

- ANR, 2008/2012 (ANR-08-SEGI-0018) ²⁸ [²⁰¹⁵_(JI)IJSMD]
- Ce projet a permis non seulement d'amorcer le développement de B4MSecure, mais également il a fournit un domaine applicatif intéressant, celui des Systèmes d'Information médicaux. B4MSecure a pu être appliqué sur l'étude de cas Res@mu ²⁹ proposée par l'Institut français de recherche en médecine de montagne (Ifremmont). Il s'agit d'un système d'information pré-hospitalier mettant en oeuvre des scénarios de prise en charge de patients.
- *Partenaires* : LACL (porteur), CHU Brest, CEDRIC CNAM, IFREMMONT, MEDECOM, SWID, TELECOM Bretagne (équipes SERES et LATIM), LIG.

EDEMOI. Élaboration d'une DEMarche et d'outils pour la MODélisation Informatique, la validation et la restructuration de réglementations de "sûreté" (sécurité), et la détection des biais dans les aéroports.

- ANR, ACI Sécurité Informatique 2003/2007
- J'ai réalisé ma thèse de doctorat dans le cadre de ce projet.

TUCS. Technologies UML pour la certification des systèmes complexes.

- pôle de compétitivité i-trans, 2006/2008
- Financé par le réseau de Recherches Technologiques pour les Transports Terrestres (RT3), ce projet s'inscrit dans le cadre du pôle de compétitivité à vocation mondiale i-trans. Il a été initié par l'UTC, l'INRETS et l'UHA en Janvier 2007. Il a pour objectif de réconcilier UML et le développement de systèmes critiques, et plus particulièrement les systèmes de transport ferroviaires. La stratégie adoptée pour atteindre cet objectif consiste d'abord à identifier un noyau d'UML (qualifié de sûr) permettant de servir à des fins de certification. Et ensuite, de tirer profit des avantages de méthodes formelles telles que B pour effectuer des traitements automatisés et rigoureux sur ce noyau allant de la modélisation à la génération de code certifiable.

SAFECODE. SAFETy Software COmponents Design.

- ANR, ACI Sécurité Informatique, 2006/2008
- L'objectif est de proposer une méthodologie de conception de composants sûrs. Celle-ci est divisée en trois étapes : La première consiste à proposer un modèle de composants incluant les exigences, et ce, au travers d'un langage graphique semi-formel. La deuxième étape consiste à appliquer une série de transformations selon le processus MDE sachant qu'à chaque étape le modèle semi-formel est traduit en un modèle formel B afin de démontrer, d'une part, sa correction et d'autre part que le nouveau modèle préserve les propriétés du modèle abstrait

²⁸. <https://laci.u-pec.fr/selkis/laci.u-pec.fr/selkis/index.html>

²⁹. <http://telemedecine.ifremmont.com/ifrelab/index.php?Vwwwresamuorg>

dont il est issu. Finalement, la troisième étape consiste à générer automatiquement le code du modèle de composants en prenant le soin d'inclure dans ce code les contrats et les tests liés aux composants.

5.9 Mes travaux d'ATER à l'IRIT en 2007/2008

J'ai été recruté en tant qu'ATER (temps plein, en 2007/2008) à l'IRIT au sein de l'équipe MACAO (Modèles, Aspects, Composants pour des Architectures à Objets). Cette équipe se positionne dans le cadre du thème "Sûreté de développement du logiciel". Le travail réalisé s'inscrivait dans la continuité de mes travaux précédents (de thèse et de post-doctorat). Précisément, mon objectif a été de développer un atelier de multi-modélisation assurant la traduction d'un langage vers un autre :

- Traduction d'UML en B dans le but de vérifier la correction de modèles UML,
- Traduction de B en UML en vue de rendre plus lisibles les notations formelles,
- Développement conjoint en UML et B en vue de présenter des spécifications multi-vues.

Ce passage par l'IRIT m'a permis de définir des bases théoriques solides permettant de mettre en oeuvre un tel environnement de multi-modélisation. J'ai d'ailleurs exploité ces résultats immédiatement après mon recrutement en 2008 à l'ENSIMAG, ce qui a donné lieu plus tard à B4MSecure. Les règles de traduction d'UML en B et de B en UML sont aujourd'hui clairement définies et sont formalisées de manière précise et rigoureuse.

Les travaux de l'équipe MACAO concernent l'Ingénierie des logiciels Dirigée par les Modèles (IDM), paradigme relativement récent (à l'époque) dans lequel le code source n'est plus considéré comme l'élément central d'un logiciel, mais comme un élément dérivé de la fusion et de la composition d'éléments de modélisation. C'est justement cette expertise en IDM de l'équipe MACAO qui a motivé mon intégration à l'IRIT. En effet, les techniques de transformation de modèles proposées par l'approche IDM paraissent très utiles pour répondre à mes objectifs et assurer la cohérence des traductions UML/B. Pour ce faire, j'ai défini un cadre conceptuel par méta-modélisation mettant en oeuvre différentes transformations. Sur cette base, mes orientations de recherche ont eu pour visée de voir comment les techniques et outils utilisés dans le domaine de l'IDM peuvent être appliqués et adaptés de manière efficace pour développer un atelier de multi-modélisation intégrant les notations B et UML. Les premiers résultats de ce travail ont été publiés.

A. Idani, B. Coulette. **Towards reverse-engineering of UML views from structured formal developments.** 10th *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'2008)*. Accepted as full paper (10 pages). Acceptance rate : below 10%.

Outre ces orientations spécifiques aux couplage de B et UML, j'ai pu mener une activité transverse en collaboration avec Christian Percebois et Pierre Bazex de l'équipe MACAO dans un cadre plus général, sur l'élaboration d'un processus MDA rigoureux et formel. Nos principaux objectifs ont été :

- Garantir la cohérence des correspondances entre méta-modèles au moyen d'un outil de preuve, en l'occurrence le prouveur de l'atelier B.
- Être capable de montrer formellement qu'une transformation MDA préserve la sémantique des modèles source et cible.
- Utiliser des outils d'animation de spécifications pour simuler le comportement des différents modèles mis en jeu dans un cadre MDA.

Mes recherches au sein de MACAO ont été intégrées au projet RNTL-DOMINO (DOMaINes et prOcessus méthodologique) dont les partenaires étaient : Airbus, CEA LIST, CNES, ENSIETA, IRISA, IRIT, Soft-Maint. Le projet propose une démarche basée sur la description d'un système par divers modèles exprimés dans des langages de modélisation dédiés différents, en exploitant l'Ingénierie Des Modèles pour fiabiliser tout processus d'ingénierie accompagnant le développement de logiciels.

5.10 Mes travaux de post-doc à l'UTC et l'INRETS en 2006/2007

J'ai effectué mon séjour post-doctoral dans le cadre d'une collaboration entre :

- l'Université de Technologie de Compiègne (UTC) – Laboratoire Heuristique et Diagnostic des Systèmes Complexes (Heudiasyc) (CNRS - UMR 6599) ; et
- l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)
Équipe : Évaluation des Systèmes de Transports Automatisés et de leur Sécurité (ESTAS)

Phase théorique : Réalisée au sein de l'UTC, son objectif a été de cerner un noyau d'UML pouvant être utilisé convenablement pour modéliser des systèmes critiques complexes, en particulier les systèmes de transport guidés. Cette première phase a duré 5 mois et a donné lieu à la publication suivante :

A. Idani, D.-D. Okalas Ossami and J.-L. Boulanger. **Commandments of UML for safety.** *2nd IEEE International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA'2007)*. Août 2007, France, IEEE CS Press. (Acceptance rate : 32%)

⇒ Les activités réalisées durant cette première étape peuvent être résumées comme suit :

- Evaluation de la notation UML pour la conception et la certification de logiciels critiques en transports ferroviaires
- Définition d'un noyau d'UML sécuritaire et utilisable pour la conception d'applications critiques. Ce noyau est spécifié conformément aux critères définis par les normes régissant la sûreté en transports ferroviaires (EN50128, etc.)

Phase pratique : Réalisée au sein de l'INRETS (Villeneuve d'Ascq), son objectif a été l'élaboration de stratégies de génération de spécifications formelles B à partir du noyau d'UML sécuritaire. L'originalité de ce travail est la proposition d'une approche d'intégration de B et UML basée sur la technique MDA. Ce travail sera renforcé plus tard lors de mon passage par l'IRIT.

5.11 Mes travaux de thèse à Grenoble en 2003/2006

Titre : « B/UML : Mise en relation de spécifications B et de descriptions UML pour l'aide à la validation externe de développements formels en B »

Soutenue le : 29 Novembre 2006

Débutée le : 01 Octobre 2003

Mots-clefs : Méthode B, UML, Intégration de méthodes, Méta-modélisation, Ingénierie inverse, Analyse formelle de concepts.

URL : <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00118718/fr/>

Résumé

Les exigences qui s'appliquent aux composants logiciels et aux logiciels embarqués justifient l'utilisation des meilleures techniques disponibles pour garantir la qualité des spécifications et conserver cette qualité lors du développement du code. Les méthodes formelles, et parmi elles la méthode B, permettent d'atteindre ce niveau de qualité. Cependant, ces méthodes utilisent des notations et des concepts spécifiques, qui génèrent souvent une faible lisibilité et une difficulté d'intégration dans les processus de développement et de certification. Ainsi, proposer des environnements de spécification, de développement de programmes et de logiciels, combinant des méthodes formelles et des méthodes semi-formelles largement utilisées dans les projets industriels, en l'occurrence B et UML, s'avère d'une grande importance. Dans le cadre de mon travail de thèse, mon intérêt a porté précisément sur la méthode B qui est une méthode formelle utilisée pour modéliser des systèmes et prouver l'exactitude de leur conception par raffinements successifs. Mais les spécifications formelles sont difficiles à lire quand elles ne sont pas accompagnées d'une documentation. Cette lisibilité est essentielle pour une

bonne compréhension de la spécification, notamment dans des phases de validation ou de certification. Aujourd'hui, en B, cette documentation est fournie sous forme de texte, avec, quelquefois, des schémas explicitant certaines caractéristiques du système. L'objectif de mon travail de thèse a été de mettre en relation des spécifications en B avec des diagrammes UML, qui constituent un standard de facto dans le monde industriel et dont le caractère graphique améliore la lisibilité. J'ai axé le processus de dérivation de diagrammes de classes à partir de spécifications B autour d'une technique d'ingénierie inverse guidée par un ensemble de correspondances structurelles et sémantiques spécifiées à un méta-niveau. Ce processus a été inspiré de l'approche MDE (Model Driven Engineering). L'approche est complétée par la dérivation de diagrammes d'états/transitions, que j'ai orientée vers une technique d'abstraction de graphes d'accessibilité construits par un dépliage exhaustif du comportement de la spécification.

Caractère innovant de la thèse

Plusieurs équipes ont travaillé sur le lien entre UML et la méthode B. On peut citer notamment en France les travaux du CEDRIC/CNAM à Evry, du LORIA à Nancy, ou de l'Université de Versailles, et à l'étranger des travaux menés au Royaume Uni à l'Université de Southampton ou à l'Imperial College de Londres. Ces équipes ont privilégié la traduction d'UML en B, et son extension par des annotations écrites en B. L'objectif de tels travaux est de préciser la sémantique d'UML, de compléter le langage UML pour augmenter son pouvoir d'expression, et de traduire ces spécifications en B pour profiter des outils de la méthode B. L'équipe VASCO au sein de laquelle j'ai mené mes travaux de recherche a d'ailleurs suivi une démarche similaire, en utilisant un autre langage formel : Z à la place de B. Cependant, mon travail de thèse a ciblé une démarche et des objectifs différents : UML ne constitue pas un point de départ, mais un résultat. Il s'agit d'amener UML dans le monde de B et non pas l'inverse. L'objectif principal est un objectif de présentation des spécifications dans des notations graphiques plus faciles à appréhender.

Principales contributions

Dans l'optique de la validation d'une application, les techniques proposées dans le cadre de ma thèse apportent plusieurs bénéfices pouvant être résumés en trois points : (i) la lisibilité de la spécification initiale, (ii) la mise en évidence graphique des propriétés d'un système ; ainsi que (iii) l'élaboration de différents points de vue sur le système. En effet, la présentation de spécifications UML construites à partir de spécifications B, facilitera la compréhension de ces spécifications par les divers acteurs d'un développement de logiciel (client, ingénieur de développement, ingénieur de certification, etc). Ces bénéfices sont importants pour les phases de vérification et de validation. En effet, dans le cadre d'un processus de développement en B, la vérification de la spécification par rapport aux besoins s'effectue en général manuellement, par relecture des sources des composants B et analyse de traçabilité par rapport au cahier des charges. La dérivation de B vers UML cible des objectifs similaires où cette validation externe est réalisée de manière informelle sur la base d'une documentation construite selon le standard UML.

Application

Les contributions de mon travail de thèse ont été appliquées de manière satisfaisante sur des études de cas tirées de l'ACI Sécurité Informatique EDEMOI³⁰. L'objectif de ce projet porte sur la construction de modèles de la réglementation de sécurité des aéroports pour la mise en évidence des imprécisions ou biais éventuels. Ces modèles sont de deux natures :

- des modèles graphiques semi-formels exprimés en UML, construits à l'aide de techniques d'analyse des exigences (Requirements Engineering). Ces modèles constituent un premier élément de formalisation qui se veut lisible à la fois par les informaticiens et par les autorités de l'aviation civile.

30. Élaboration d'une DÉmarche pour la MOdélisation Informatique, la validation et la restructuration de réglementations de "sûreté" (sécurité), et la détection des biais dans les aéroports.

- des modèles formels en B, Z et Focal qui expriment précisément les propriétés de la réglementation et se prêtent à des traitements automatiques pour vérifier leur cohérence et générer des cas de test.

Les autorités de l'aviation civile n'interviennent qu'au niveau des modèles semi-formels pour valider leur conformité par rapport au standard international de la réglementation. Par conséquent, les modèles formels, produits par des spécialistes indépendamment des modèles semi-formels et dont l'objectif est de permettre une analyse de la cohérence du standard, ne doivent pas être trop éloignés des modèles semi-formels. Ainsi, assurer la traçabilité entre ces différents modèles (formel et semi-formel) s'avère d'une grande importance dans le cadre du projet. L'application de mon travail de thèse avait pour objectif de retrouver, à partir des spécifications B du projet, des vues UML proches de ce qui est spécifié dans un cadre semi-formel et présenter ainsi un support de communication compréhensible.

Collaborations dans le cadre du projet EDEMOI :

- Centre d'Étude et De Recherche en Informatique du CNAM (CEDRIC)
- GET-ENST : Groupe des Écoles des Télécommunications
École Nationale Supérieure des Télécommunications
- Laboratoire d'Informatique de l'Université de Franche-Comté (LIFC)
- ONERA, Centre de TOULOUSE, Département Prospective et Synthèse (DPRS)

Productions logicielles issues de mon travail de thèse

- B/UML-tool : Outil de dérivation de diagrammes de classes UML à partir de spécifications B.
- Outil d'abstraction de graphes d'accessibilité générés à partir de spécifications B.

	Internationales	Nationales	Total
Revue	7	5	12
Conférences	24	11	35
Workshops	12		12
Chapitres de livre	2		2
Edition d'actes	1		1
En cours de soumission	1		1
Total	47	16	63

6.1 Classement par thématique

AXE₁ : Method integration [²⁰²²_(WI)DETECT, ²⁰¹⁹_(WI)TTC, ²⁰¹⁴_(WI)HOFM, ²⁰¹³_(CN)AFADL, ²⁰¹³_(CI)EMMSAD, ²⁰¹⁰_(CN)AFADL, ²⁰⁰⁹_(CI)EMMSAD, ²⁰⁰⁹_(CN)INFORSID, ²⁰⁰⁹_(CN)SafeModel, ²⁰⁰⁸_(CI)ICEIS, ²⁰⁰⁷_(BC)Chapter, ²⁰⁰⁷_(JI)FMSD, ²⁰⁰⁷_(JN)TSI, ²⁰⁰⁷_(CI)ICSEA, ²⁰⁰⁶_(CN)INFORSID, ²⁰⁰⁶_(JI)IST, ²⁰⁰⁶_(WI)SEW, ²⁰⁰⁶_(CN)AFADL, ²⁰⁰⁵_(CI)ICFEM, ²⁰⁰⁴_(WI)FMICS]

AXE₂ : Formal Model-Driven Security [²⁰²³_(CI)CRISIS, ²⁰²⁰_(WI)SecureMDE, ²⁰¹⁷_(CI)ECBS, ²⁰¹⁶_(CI)RCIS, ²⁰¹⁶_(JN)ISI, ²⁰¹⁶_(CN)AFADL, ²⁰¹⁵_(CN)INFORSID, ²⁰¹⁵_(CI)ICFEM, ²⁰¹⁵_(JI)IJSMD, ²⁰¹⁵_(WI)FormaliSE, ²⁰¹⁵_(JI)TOPNOC, ²⁰¹⁴_(JN)ISI, ²⁰¹⁴_(WI)FMS, ²⁰¹¹_(WI)WISSE, ²⁰¹¹_(CI)SACMAT, ²⁰¹¹_(JI)ISSE, ²⁰¹¹_(CI)ARES, ²⁰¹¹_(CI)ICFEM]

AXE₃ : Formal Domain-Specific Languages [²⁰²⁴_(CI)ABZ, ²⁰²⁴_(X)ISSE, ²⁰²³_(CI)COORDINATION, ²⁰²²_(JI)ISSE, ²⁰²²_(CI)RCIS, ²⁰²²_(CN)AFADL, ²⁰²²_(WI)MoDeVVa, ²⁰²¹_(CI)ESSE, ²⁰²⁰_(WI)DETECT, ²⁰²⁰_(CI)IFM, ²⁰¹⁸_(JI)ISSE, ²⁰¹⁸_(CN)AFADL, ²⁰¹⁰_(JN)ISI]

AXE₄ : Application & Railway Systems [²⁰²⁴_(CI)ICECCS, ²⁰²⁰_(WI)FACS, ²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^a, ²⁰¹⁹_(CI)FMICS, ²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^b, ²⁰¹⁸_(CI)MEDI, ²⁰¹⁵_(JN)TSI, ²⁰¹⁴_(CN)AFADL, ²⁰¹⁴_(CI)ABZ, ²⁰⁰⁹_(BC)Chapter]

6.2 Classement par rang

Rang A : [²⁰⁰⁷_(JI)FMSD, ²⁰⁰⁶_(JI)IST]

Rang B : [²⁰²⁴_(CI)ICECCS, ²⁰²³_(CI)COORDINATION, ²⁰²²_(CI)RCIS, ²⁰²⁰_(CI)IFM, ²⁰¹⁷_(CI)ECBS, ²⁰¹⁶_(CI)RCIS, ²⁰¹⁵_(CI)ICFEM, ²⁰¹¹_(CI)ARES, ²⁰¹¹_(CI)ICFEM, ²⁰⁰⁸_(CI)ICEIS, ²⁰⁰⁵_(CI)ICFEM]

Rang C : [²⁰²⁴_(CI)ABZ, ²⁰²³_(CI)CRISIS, ²⁰¹⁹_(CI)FMICS, ²⁰¹⁸_(CI)MEDI, ²⁰¹⁴_(CI)ABZ, ²⁰¹³_(CI)EMMSAD, ²⁰¹¹_(CI)SACMAT, ²⁰¹¹_(CI)SAR-SSI, ²⁰⁰⁹_(CI)EMMSAD, ²⁰⁰⁷_(CI)ICSEA, ²⁰⁰⁴_(WI)FMICS]

6.3 Classement par catégorie

Les références ci-dessous sont représentées sous la forme [Acronyme^{Année}_{Catégorie}] et sont classées par catégorie et par année. Les catégories sont comme suit :

X : Under Submission	IW : International Workshop
IJ : International Journal	NC : National Conference
NJ : National Journal	BC : Book Chapter
IC : International Conference	R : Report

[X] En cours de soumission (1)

[²⁰²⁴_(X)ISSE] YAR, A., **IDANI A**, LEDRU, Y. & COLLART-DUTILLEUL, S. Visual Animation of B Specifications Using Executable DSLs. *International NASA Journal on Innovations in Systems and Software Engineering (ISSE)*, vol. **submitted** (revised version), 2024.
⇒ Selected among best papers of MoDeVVa'2022.

[JI] Journal International (7)

- [²⁰²²_(JI)ISSE] **IDANI A.** Formal model-driven executable DSLs : Application to Petri-nets. *International NASA Journal on Innovations in Systems and Software Engineering (ISSE)*, vol. **18**(4) 543-566, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11334-021-00408-4>.
⇒ Publié par Springer ; Quartiles (scimagojr) : 3/4.
- [²⁰²⁰_(JI)ISSE] **IDANI A.**, LEDRU, Y. & VEGA, G. Alliance of Model Driven Engineering with a Proof-based Formal Approach. *International NASA Journal on Innovations in Systems and Software Engineering (ISSE)*, vol. **16**(3) 289-307, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11334-020-00366-3>.
⇒ Publié par Springer ; Quartiles (scimagojr) : 3/4.
- [²⁰¹⁵_(JI)IJISMD] LEDRU, Y., **IDANI A.**, MILHAU, J., QAMAR, N., LALEAU, R., RICHIER, J. & LABIADH, M. Validation of IS Security Policies Featuring Authorisation Constraints. *International Journal of Information System Modeling and Design (IJISMD)*, vol. **6**(1) 24-46, 2015. <https://doi.org/10.4018/ijismd.2015010102>. <https://doi.org/10.4018/ijismd.2015010102>
⇒ Publié chez IGI Global ; Quartiles (scimagojr) : 3/4.
⇒ Sélectionné parmi les meilleurs articles de WISSE@CAiSE'11.
- [²⁰¹⁵_(JI)TOPNOC] RADHOUANI, A., **IDANI A.**, LEDRU, Y. & RAJEB, N. B. Symbolic Search of Insider Attack Scenarios from a Formal Information System Modeling. *Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency*, vol. **10**() 131-152, 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48650-4%5C_7. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48650-4_7
⇒ Selected among best papers of FMS'14. Selection rate : 2/6 (33%)
⇒ Publié par Springer.
- [²⁰¹¹_(JI)ISSE] MILHAU, J., **IDANI A.**, LALEAU, R., LABIADH, M., LEDRU, Y. & FRAPPIER, M. Combining UML, ASTD and B for the formal specification of an access control filter. *International NASA Journal on Innovations in Systems and Software Engineering (ISSE)*, vol. **7**(4) 303-313, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11334-011-0166-z>. <https://doi.org/10.1007/s11334-011-0166-z>
⇒ Publié chez Springer ; Quartiles (scimagojr) : 3/4.
- [²⁰⁰⁷_(JI)FMSD] **IDANI A.** & LEDRU, Y. Object oriented concepts identification from formal B specifications. *Formal Methods in System Design*, vol. **30**(3) 217-232, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10703-006-0030-1>.
⇒ Publié par Springer ; Quartiles (scimagojr) : 2/3 ; Rank (Core2020) : A
⇒ Extended version selected among best papers of FMICS'04
⇒ Selection rate : 5/29 (17%).
- [²⁰⁰⁶_(JI)IST] **IDANI A.** & LEDRU, Y. Dynamic graphical UML views from formal B specifications. *Information & Software Technology (IST)*, vol. **48**(3) 154-169, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2005.03.008>.
⇒ Publié par Elsevier ; Quartiles (scimagojr) : 1 ; Rank (Core2020) : A.

[CI] Conférences Internationales (24)

- [²⁰²⁴_(CI)ABZ] **IDANI A.** *Transpilation of Petri-nets into B, Shallow and Deep Embeddings*. In, *10th International Conference on Rigorous State-Based Methods (ABZ)* (Springer, 2024). 367-377.
⇒ Rank (Core) : C.
⇒ Accepted, to be presented in June 2024.
- [²⁰²⁴_(CI)ICECCS] YAR, A., **IDANI A.**, LEDRU, Y., COLLART-DUTILLEUL, S., VEGA, G. & MAMMAR, A. *An Iterative Formal Model-Driven Approach to Railway Systems Validation*. In, *28th International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS)*, Limassol, Cyprus (2024).
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 18/68 (26%).
⇒ Full paper, accepted for presentation (notification e-mail can be provided).

- [²⁰²³_(CI)COORDINATION] CHEHIDA, S., **IDANI A**, CORNAX, M. C. & VEGA, G. *A Formal MDE Framework for Inter-DSL Collaboration*. In, *25th IFIP International Conference on Coordination Models and Languages (COORDINATION), Lisbon, Portugal, June 19-23* (éd. JONGMANS, S. & LOPES, A.) **13908** (Springer, 2023). 232-249. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35361-1_13.
⇒ Rank (Core2020) : B ; Selection rate of full papers : 8/27 (29%).
- [²⁰²³_(CI)CRISIS] **IDANI A**, LEDRU, Y. & VEGA, G. *A Process-Centric Approach to Insider Threats Identification in Information Systems*. In, *18th International Conference on Risks and Security of Internet and Systems, Rabat, Morocco* (Springer, 2023).
⇒ Rank (Core) : C ; To appear in 2024 in post-proceedings.
⇒ This paper won the best paper award. Announced selection rate : 40%.
- [²⁰²²_(CI)RCIS] **IDANI A**. *The B Method meets MDE : Survey, progress and future*. In, *16th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)* **446** (Springer, 2022). 495-512. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05760-1_29. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05760-1_29
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 35/100 (35%).
- [²⁰²¹_(CI)ESSE] **IDANI A**. *A Lightweight Development of Outbreak Prevention Strategies Built on Formal Methods and xDSLs*. In, *ACM European Symposium on Software Engineering (ESSE)* (ACM, 2021). 85-93. <https://doi.org/10.1145/3501774.3501787>. <https://doi.org/10.1145/3501774.3501787>
⇒ This paper won the best presentation award.
- [²⁰²⁰_(CI)IFM] **IDANI A**. *Meeduse : A Tool to Build and Run Proved DSLs*. In, *16th International Conference on Integrated Formal Methods (IFM)* (éd. DONGOL, B. & TROUBITSYNA, E.) **12546** (Springer, 2020). 349-367. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63461-2_19. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63461-2_19
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 24/63 (38%).
- [²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^a] **IDANI A**, LEDRU, Y., AIT-WAKRIME, A., BEN-AYED, R. & BON, P. *Towards a Tool-Based Domain Specific Approach for Railway Systems Modeling and Validation*. In, *Third International Conference on Reliability, Safety, and Security of Railway Systems (RSSRail'2019)* **11495** (Springer, 2019). 23-40. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18744-6_2
⇒ Selection rate : 18/38 (47%).
- [²⁰¹⁹_(CI)FMICS] **IDANI A**, LEDRU, Y., AIT-WAKRIME, A., BEN-AYED, R. & COLLART-DUTILLEUL, S. *Incremental Development of a Safety Critical System Combining formal Methods and DSMLs – Application to a Railway System*. In, *24th International Conference on Formal Methods for Industrial Critical Systems (FMICS'2019)* **11687** (Springer, 2019). 93-109. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27008-7_6
⇒ Rank (Core) : C ; Selection rate : 9/15 (60%).
- [²⁰¹⁹_(CI)RSSRail^b] LEDRU, Y., **IDANI A**, AYED, R. B., WAKRIME, A. A. & BON, P. *A Separation of Concerns Approach for the Verified Modelling of Railway Signalling Rules*. In, *Third International Conference on Reliability, Safety, and Security of Railway Systems - Modelling, Analysis, Verification, and Certification (RSSRail)* **11495** (Springer, 2019). 173-190. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18744-6_11. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18744-6_11
⇒ Selection rate : 18/38 (47%).
- [²⁰¹⁸_(CI)MEDI] WAKRIME, A. A., AYED, R. B., DUTILLEUL, S. C., LEDRU, Y. & **IDANI A**. *Formalizing Railway Signaling System ERTMS/ETCS Using UML/Event-B*. In, *8th International Conference on Model and Data Engineering - MEDI* **11163** (Springer, 2018). 321-330. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00856-7_21.
⇒ Rank (Core) : C ; Selection rate : 23/86 (26%).
- [²⁰¹⁷_(CI)ECBS] **IDANI A**. *Model driven secure web applications : the SeWAT platform*. In, *5th ACM Conference on the Engineering of Computer-Based Systems, ECBS 2017* (ACM, 2017). 3 :1-3 :9. <https://doi.org/10.1145/3123779.3123800>.
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 16/42 (38%).

- [²⁰¹⁶_(CI)RCIS] CHEHIDA, S., **IDANI A**, LEDRU, Y. & RAHMOUNI, M. K. *Combining UML and B for the specification and validation of RBAC policies in business process activities*. In, *10th IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science, RCIS* (IEEE, 2016). 1-12. <https://doi.org/10.1109/RCIS.2016.7549284>.
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 43/149 (29%).
- [²⁰¹⁵_(CI)ICFEM] **IDANI A** & LEDRU, Y. *B for Modeling Secure Information Systems, The B4MSecure Platform*. In, *17th International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM), Paris, France, November 3-5* (éd. BUTLER, M. J., CONCHON, S. & ZAIDI, F.) **9407** (Springer, 2015). 312-318. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25423-4_20
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 27/78 (34%).
- [²⁰¹⁴_(CI)ABZ] AYED, R. B., DUTILLEUL, S. C., BON, P., **IDANI A** & LEDRU, Y. *B Formal Validation of ERTMS/ETCS Railway Operating Rules*. In, *4th International Conference on Abstract State Machines, Alloy, B, TLA, VDM, and Z - (ABZ), Toulouse, France, June 2-6* (éd. AMEUR, Y. A. & SCHEWE, K.) **8477** (Springer, 2014). 124-129. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43652-3%5C_10. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43652-3_10
⇒ Rank (Core) : C ; Selection rate : 32/81 (39%).
- [²⁰¹³_(CI)EMMSAD] **IDANI A**, LEDRU, Y. & ANWAR, A. *A Rigorous Reasoning about Model Transformations Using the B Method*. In, *18th International working conference on Exploring Modeling Methods for Systems Analysis and Development (EMMSAD), Held at CAiSE 2013, Valencia, Spain, June 17-18* (éd. NURCAN, S., PROPER, H. A., SOFFER, P., KROGSTIE, J., SCHMIDT, R., HALPIN, T. A. & BIDER, I.) **147** (Springer, 2013). 426-440. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38484-4%5C_30. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38484-4_30,
⇒ Rank (Core) : C ; 10/27 (37%).
- [²⁰¹¹_(CI)SACMAT] LEDRU, Y., QAMAR, N., **IDANI A**, RICHIER, J. & LABIADH, M. *Validation of security policies by the animation of Z specifications*. In, *16th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies (SACMAT), Innsbruck, Austria, June 15-17* (éd. BREU, R., CRAMPTON, J. & LOBO, J.) (ACM, 2011). 155-164. <https://doi.org/10.1145/1998441.1998471>.
⇒ Rank (Core) : C ; Selection rate : 16/52 (30%).
- [²⁰¹¹_(CI)SAR-SSI] LEDRU, Y., RICHIER, J.-L., **IDANI A** & LABIADH, M.-A. *From KAOS to RBAC : A Case Study in Designing Access Control Rules from a Requirements Analysis*. In, *International Conference on Network and Information Systems Security (SAR-SSI)* (2011). 1-8. <https://doi.org/10.1109/SAR-SSI.2011.5931378>,
⇒ Rank (Core) : C.
- [²⁰¹¹_(CI)ARES] QAMAR, N., LEDRU, Y. & **IDANI A**. *Evaluating RBAC Supported Techniques and their Validation and Verification*. In, *Sixth International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES), Vienna, Austria, August 22-26* (IEEE Computer Society, 2011). 734-739. <https://doi.org/10.1109/ARES.2011.112>.
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 25%.
- [²⁰¹¹_(CI)ICFEM] QAMAR, N., LEDRU, Y. & **IDANI A**. *Validation of Security-Design Models Using Z*. In, *13th International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM), Durham, UK* (éd. QIN, S. & QIU, Z.) **6991** (Springer, 2011). 259-274. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24559-6_19.
⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 40/103 (38%).
- [²⁰⁰⁹_(CI)EMMSAD] **IDANI A**. *UML Models Engineering from Static and Dynamic Aspects of Formal Specifications*. In, *14th International working conference on Exploring Modeling Methods for Systems Analysis and Development (EMMSAD), held at CAiSE 2009, Amsterdam, The Netherlands, June 8-9* (éd. HALPIN, T. A., KROGSTIE, J., NURCAN, S., PROPER, E., SCHMIDT, R., SOFFER, P. & UKOR, R.) **29** (Springer, 2009). 237-250. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01862-6%5C_20. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01862-6_20
⇒ Rank (Core) : C ; Selection rate : 16/36 (44%).

[²⁰⁰⁸_(CI)ICEIS] **IDANI A** & COULETTE, B. *Towards Reverse-Engineering of UML Views from Structured Formal Developments*. In, *10th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS), Volume ISAS-1, Barcelona, Spain, June 12-16* (éd. CORDEIRO, J. & FILIPE, J.) (2008). 94-103.

⇒ Rank (Core2008) : B ; Selection rate of full papers : less than 10%.

[²⁰⁰⁷_(CI)ICSEA] **IDANI A**, OSSAMI, D. D. O. & BOULANGER, J. *Commandments of UML for Safety*. In, *2nd International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA), August 25-31, France* (IEEE Computer Society, 2007). 58. <https://doi.org/10.1109/ICSEA.2007.20>. <https://doi.org/10.1109/ICSEA.2007.20>

⇒ Selection rate : 32%.

[²⁰⁰⁵_(CI)ICFEM] **IDANI A**, LEDRU, Y. & BERT, D. *Derivation of UML Class Diagrams as Static Views of Formal B Developments*. In, *7th International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM), Manchester, UK, November 1-4* (éd. LAU, K. & BANACH, R.) **3785** (Springer, 2005). 37-51. https://doi.org/10.1007/11576280%5C_4. https://doi.org/10.1007/11576280_4

⇒ Rank (Core) : B ; Selection rate : 30/74 (40%).

[WI] Workshops Internationaux (12)

[²⁰²²_(WI)DETECT] **IDANI A**, DJEDIDI, R. & VEGA, G. *Revisiting Ontology Evolution Patterns - A Formal xDSL Approach*. In, *International Workshop on Modeling, Verification and Testing of Dependable Critical Systems (DETECT), collected with the International Conference on Advances in Model and Data Engineering (MEDI). Egypt, November 21-24* **1751** (Springer, 2022). 165-178. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23119-3_12.

[²⁰²²_(WI)MoDeVva] YAR, A., **IDANI A**, LEDRU, Y. & DUTILLEUL, S. C. *Visual animation of B specifications using executable DSLs*. In, *19th Workshop on model driven engineering, verification and validation (MoDeVva) collocated with the International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS), Canada, October 23-28* (éd. KUHN, T. & SOUSA, V.) (ACM, 2022). 617-626. <https://doi.org/10.1145/3550356.3561585>.

⇒ Selection rate : 6/10 (60%).

[²⁰²⁰_(WI)DETECT] **IDANI A**. *Dependability of Model-Driven Executable DSLs, Critical Review and Solutions*. In, *International Workshop on Modeling, Verification and Testing of Dependable Critical Systems (DETECT), collected with the 14th European Conference on Software Architecture (ECSA)* **1269** (Springer, 2020). 358-373. <https://doi.org/10.1007/s11334-021-00408-4>. <https://doi.org/10.1007/s11334-021-00408-4>

⇒ Selection rate : 6/15 (40%).

[²⁰²⁰_(WI)SecureMDE] **IDANI A** & CORNAX, M. C. *Towards a model driven formal approach for merging data, access control and business processes*. In, *2nd International Workshop on Security for and by Model-Driven Engineering (SecureMDE) collocated with MODELS'20* (ACM, 2020). <https://doi.org/10.1145/3417990.3420046>.

[²⁰²⁰_(WI)FACS] YAR, A., **IDANI A** & COLLART-DUTILLEUL, S. *Merging Railway Standard Notations in a Formal DSL-Based Framework*. In, *Joint Workshop on Formal Approaches for Advanced Computing Systems and Model-Driven Engineering for Software Architecture, collected with the 14th European Conference on Software Architecture (ECSA)* **1269** (Springer, 2020). 411-419. <https://doi.org/10.1007/s11334-021-00408-4>. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59155-7_30.

[²⁰¹⁹_(WI)TTC] **IDANI A**, VEGA, G. & LEUSCHEL, M. *Applying Formal Reasoning to Model Transformation : The Meeduse solution*. In, *Proceedings of the 12th Transformation Tool Contest (TTC), collocated with STAF'2019* **2550** (2019). 33-44. <https://ceur-ws.org/Vol-2550/paper5.pdf>

⇒ This work won the best verification award and the 3rd audience award.

- [²⁰¹⁵_(WI)FormaliSE] LEDRU, Y., **IDANI A** & RICHIER, J. *Validation of a Security Policy by the Test of Its Formal B Specification - A Case Study*. In, *3rd IEEE/ACM FME Workshop on Formal Methods in Software Engineering, FormaliSE'15, Florence, Italy, May 18* (éd. GNESI, S. & PLAT, N.) (IEEE Computer Society, 2015). 6-12. <https://doi.org/10.1109/FormaliSE.2015.9>. <https://doi.org/10.1109/FormaliSE.2015.9>
⇒ Selection rate : 9/24 (37%).
- [²⁰¹⁴_(WI)HOFM] **IDANI A** & STOULS, N. *When a Formal Model Rhymes with a Graphical Notation*. In, *Software Engineering and Formal Methods - (SEFM) Collocated Workshop on Human-Oriented Formal Methods (HOFM), Grenoble, France, September 1-2, 2014, Revised Selected Papers 8938* (Springer, 2014). 54-68. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15201-1%5C_4.
- [²⁰¹⁴_(WI)FMS] RADHOUANI, A., **IDANI A**, LEDRU, Y. & RAJEB, N. B. *Extraction of insider attack scenarios from a formal Information System Modeling*. In, *5th International Workshop on Formal Methods for Security (FMS)* (2014).
⇒ Selection rate : 6/11 (54%).
- [²⁰¹¹_(WI)WISSE] LEDRU, Y., **IDANI A**, MILHAU, J., QAMAR, N., LALEAU, R., RICHIER, J. & LABIADH, M. *Taking into Account Functional Models in the Validation of IS Security Policies*. In, *International Workshop on Advanced Information Systems Engineering, Collocated with CAiSE'11 Conference* (éd. SALINESI, C. & PASTOR, O.) **83** (Springer, 2011). 592-606. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22056-2%5C_62. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22056-2_62
⇒ Selection rate : 4/12 (33%).
- [²⁰⁰⁶_(WI)SEW] **IDANI A**, LEDRU, Y. & BERT, D. *A Reverse-Engineering Approach to Understanding B Specifications with UML Diagrams*. In, *30th Annual IEEE / NASA Software Engineering Workshop (SEW-30), 25-28 April, USA* (IEEE Computer Society, 2006). 97-106. <https://doi.org/10.1109/SEW.2006.6>. <https://doi.org/10.1109/SEW.2006.6>.
- [²⁰⁰⁴_(WI)FMICS] **IDANI A** & LEDRU, Y. *Object Oriented Concepts Identification from Formal B Specifications*. In, *9th International Workshop on Formal Methods for Industrial Critical Systems (FMICS), Linz, Austria, September 20-21* (éd. BICARREGUI, J., BUTTERFIELD, A. & ARENAS, A.) **133** (Elsevier, 2004). 159-174. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2004.08.063>. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2004.08.063>
⇒ Rank (Core) : C ; Selection rate : 17/29 (58%).

[JN] Journal National (5)

- [²⁰¹⁶_(JN)ISI] CHEHIDA, S., **IDANI A**, LEDRU, Y. & RAHMOUNI, M. K. Extensions du diagramme d'activité pour la spécification de politiques RBAC. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. **21**(2) 11-37, 2016. <https://doi.org/10.3166/isi.21.2.11-37>. <https://doi.org/10.3166/isi.21.2.11-37>,
⇒ Publié par Lavoisier ; Quartiles (scimagojr) : 3. Version étendue de l'article INFORSID'15.
- [²⁰¹⁵_(JN)TSI] AYED, R. B., DUTILLEUL, S. C., BON, P., LEDRU, Y. & **IDANI A**. Formalismes basés sur les rôles pour la modélisation et la validation des règles d'exploitation ferroviaires. *Techniques et Sciences Informatiques*, vol. **34**(5) 495-521, 2015. <https://doi.org/10.3166/tsi.34.495-521>.
- [²⁰¹⁴_(JN)ISI] **IDANI A**, LEDRU, Y. & RADHOUANI, A. Modélisation graphique et validation formelle de politiques RBAC en systèmes d'information : Plateforme B4MSecure. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. **19**(6) 33-61, 2014. https://web.archive.org/web/*/https://doi.org/10.3166/isi.19.6.33-61. https://web.archive.org/web/*/https://doi.org/10.3166/isi.19.6.33-61,
⇒ Publié par Lavoisier ; Quartiles (scimagojr) : 3.
- [²⁰¹⁰_(JN)ISI] **IDANI A**, LABIADH, M. & LEDRU, Y. Infrastructure dirigée par les modèles pour une intégration adaptable et évolutive de UML et B. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. **15**(3) 87-112, 2010. <https://doi.org/10.3166/isi.15.3.87-112>. <https://doi.org/10.3166/isi.15.3.87-112>,
⇒ Publié par Lavoisier ; Quartiles (scimagojr) : 3. Version étendue de l'article INFORSID'09.

- [²⁰⁰⁷_(JN)TSI] **IDANI A**, LEDRU, Y. & BERT, D. Approche formelle pour la dérivation de vues structurales UML à partir de développements B. Formalisation, preuve et extension pour la prise en compte des raffinements B. *Techniques et Sciences Informatiques*, vol. **26**(7) 819-851, 2007. <https://doi.org/10.3166/tsi.26.819-851>.
 ⇒ Publié par Hermès-Lavoisier
 ⇒ Version étendue sélectionnée parmi les meilles articles de AFADL'06.
 ⇒ Taux de sélection : 4/24 (16%).

[CN] Conférences nationales (11)

- [²⁰²²_(CN)AFADL] **IDANI A** & VÉGA, G. *xDSLs dirigés par les Modèles Formels : Tour d'horizon de l'outil Meeduse*. In, *Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels (AFADL)* (Vannes, juin 2022). 51-57.
- [²⁰¹⁸_(CN)AFADL] **IDANI A**. *Mise en oeuvre d'une approche formelle en ingénierie des modèles*. In, *Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels (AFADL)* (Grenoble, juin 2018). 51-57.
- [²⁰¹⁶_(CN)AFADL] RADHOUANI, A., **IDANI A**, LEDRU, Y. & RAJEB, N. B. *GenISIS : un outil de recherche d'attaques d'initié en Systèmes d'Information*. In, *Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels (AFADL)* (Besançon, juin 2016). 19-26.
- [²⁰¹⁵_(CN)INFORSID] CHEHIDA, S., **IDANI A**, LEDRU, Y. & RAHMOUNI, M. K. *Extensions du diagramme d'activité pour contrôler l'accès au SI*. In, *Actes du XXXIIIème Congrès INFORSID, Biarritz, France, May 26-29* (2015). 151-165. <http://inforsid.fr/Biarritz2015/wp-content/uploads/actes2015/mm2-2.pdf>. <http://inforsid.fr/Biarritz2015/wp-content/uploads/actes2015/mm2-2.pdf>
 ⇒ Taux de sélection : 19/43 (44%).
- [²⁰¹⁴_(CN)AFADL] AYED, R. B., COLLART-DUTILLEUL, S., BON, P., LEDRU, Y. & **IDANI A**. *Modélisation et validation formelle des règles d'exploitation ferroviaires*. In, *Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels (AFADL)* (Paris, juin 2014). 1-15.
- [²⁰¹³_(CN)AFADL] **IDANI A**, LABIADH, M.-A. & LEDRU, Y. *B4MSecure : une plateforme IDM pour la modélisation et la validation de politiques de sécurité en Systèmes d'Information*. In, *Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels (AFADL)* (Nancy, avr. 2013).
- [²⁰¹⁰_(CN)AFADL] LABIADH, M.-A., **IDANI A** & LEDRU, Y. *Approche transformationnelle à base de méta-modèles pour l'intégration de UML et de notations formelles*. In, *Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels (AFADL'10)* (Poitiers, juin 2010). 197-212.
- [²⁰⁰⁹_(CN)INFORSID] **IDANI A**, LEDRU, Y. & LABIADH, M. *Ingénierie Dirigée par les Modèles pour une intégration efficace de UML et B*. In, *Actes du XXVIIème Congrès INFORSID* (2009). 261-276.
 ⇒ Taux de sélection : 26/76 (34%).
- [²⁰⁰⁹_(CN)SafeModel] **IDANI A**, LEDRU, Y. & SCHOBGENS, P.-Y. *Approche formelle pour une Ingénierie des modèles sûre*. In, *Atelier LMO/SafeModels* (Nancy, mars 2009).
- [²⁰⁰⁶_(CN)INFORSID] **IDANI A**. *Couplage de spécifications B et de descriptions UML pour l'aide aux développements formels des Systèmes d'Information*. In, *Actes du XXIVème Congrès INFORSID, Hammamet, Tunisie, 31 mai - 4 juin* (2006). 577-593.
 ⇒ Taux de sélection : 68/155 (40%).
- [²⁰⁰⁶_(CN)AFADL] **IDANI A**, LEDRU, Y. & BERT, D. *Analyse formelle de concepts pour la génération de diagrammes de classes UML à partir de spécifications B*. In, *Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels (AFADL)* (Paris, mars 2006). 9-23.

[BC] Chapitre de livre (2)

- [²⁰⁰⁹_(BC)Chapter] BOULANGER, J.-L., RASSE, A. & **IDANI A.** In, *Handbook of Software Engineering Research and Productivity Technologies : Implications of Globalisation* (éd. RAMACHANDRAN, M. & de CARVALHO, R. A.) ISBN :978- 1-60566-731-7 (Engineering Science Referencen, IGI Global, 2009).
- [²⁰⁰⁷_(BC)Chapter] **IDANI A.** In, *Computer Software Engineering Research* (éd. KLEIN, A. D.) ISBN :1-60021-774-5 (Nova Science Publishers, 2007).

[Ed] Edition d'actes (1)

- [²⁰¹⁵_(Ed)Proceedings] (éd. CANAL, C. & **IDANI A.**) *Software Engineering and Formal Methods - SEFM 2014 Collocated Workshops : HOFM, SAFOME, OpenCert, MoKMaSD, WS-FMDS, Grenoble, France, September 1-2, 2014, Revised Selected Papers* **8938** (Springer, 2015). ISBN : 978-3-319-15200-4. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15201-1>.

[RE] Rapport - Thèse et HdR (2)

- [²⁰²³_(RE)HdR] **IDANI A.** *Formal Model Driven Engineering* <https://lig-membres.imag.fr/idani/main.pdf>. Habilitation à Diriger des Recherches (HdR) (Université Grenoble Alpes, LIG, mai 2023).
- [²⁰⁰⁶_(RE)PhD] **IDANI A.** *B/UML : Mise en relation de spécifications B et de descriptions UML pour l'aide à la validation externe de développements formels en B* <https://theses.fr/2006GRE10206>. Thèse de Doctorat (Université Joseph Fourier, LSR/IMAG, Grenoble 1, nov. 2006).

Bibliographie

- [1] LODDERSTEDT, T., BASIN, D. A. & DOSER, J. *SecureUML : A UML-Based Modeling Language for Model-Driven Security*. In, *UML 2002 - 5th International Conference on The Unified Modeling Language* **2460** (Springer, 2002). 426-441.
- [2] ABRIAL, J.-R. & MUSSAT, L. *Introducing Dynamic Constraints in B*. In, *B'98 : Recent Advances in the Development and Use of the B Method, Second International B Conference, Montpellier, France, April 22-24, 1998, Proceedings* (LNCS, 1998). 83-128. <http://dx.doi.org/10.1007/BFb0053357>.
- [3] ABRIAL, J.-R. *The B-book : assigning programs to meanings* ISBN : 0-521-49619-5 (Cambridge University Press, 1996).
- [4] FRASER, M., KUMAR, K. & VAISHNAVI, V. Informal and formal requirements specification languages : bridging the gap. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. **17**(5) 454-466, 1991.
- [5] *Insider Threats in Cyber Security* (éd. PROBST, C. W., HUNKER, J., GOLLMANN, D. & BISHOP, M.) ISBN : 978-1-4419-7132-6 (Springer, 2010).
- [6] KONT, M., PIHELGA, M., WOJTKOWIAK, J., TRINBERG, L. & OSULA, A.-M. *Insider Threat Detection Study* (The NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence, 2018).
- [7] GREITZER, F. L. *Insider Threats : It's the HUMAN, Stupid!*. In, *Proceedings of the Northwest Cybersecurity Symposium* (Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2019).
- [8] HOMOLIAK, I., TOFFALINI, F., GUARNIZO, J., ELOVICI, Y. & OCHOA, M. Insight Into Insiders and IT : A Survey of Insider Threat Taxonomies, Analysis, Modeling, and Countermeasures. *ACM Computing Surveys*, vol. **52**(2), 2019.
- [9] BASIN, D., CLAVEL, M. & EGEA, M. *A Decade of Model-Driven Security*. In, *Proceedings of the 16th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies* (ACM, Austria, 2011). 1-10.
- [10] KOSAR, T., BOHRA, S. & MERNIK, M. Domain-Specific Languages : A Systematic Mapping Study. *Information and Software Technology*, vol. **71**(1) 77-91, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.11.001>.
- [11] IUNG, A., CARBONELL, J., MARCHEZAN, L., RODRIGUES, E. M., BERNARDINO, M., BASSO, F. P. & MEDEIROS, B. Systematic mapping study on domain-specific language development tools. *Empirical Software Engineering*, vol. **25**(5) 4205-4249, 2020.
- [12] LEUSCHEL, M. & BUTLER, M. ProB : an automated analysis toolset for the B method. *Software Tools for Technology Transfer (STTT)*, vol. **10**(2) 185-203, 2008.