

Meven LENNON-BERTRAND

Post-Doctorant—Groupe CLASH, Computer Laboratory, University of Cambridge

@ mgapb2@cam.ac.uk

www.meven.ac

MevenBertrand

Expérience

Post-Doctorant (Research Associate)

Nov. 2022– CLASH group, University of Cambridge

Doctorant contractuel

Directeur : Nicolas Tabareau

Sep. 2019–Sep. 2022 Équipe Gallinette, Nantes

Typage Bidirectionnel pour le Calcul des Constructions Inductives.

Activité complémentaire d'enseignement (64 h/an)

Sep. 2019–Jun. 2022 Université de Nantes

TD et TP, L1 à L3, informatique et mathématiques.

Stagiaire (Master 2)

Direction : Nicolas Tabareau

Fev.–Jul. 2019 Équipe Gallinette, Nantes

Gradualisation du Calcul des Constructions Inductives.

Enseignant (cours de théorie des catégories)

Sept 2018 – Jan 2019 ENS de Lyon

Cours hebdomadaire de théorie des catégories pour les autres étudiants de l'ENS de Lyon.

Stagiaire (Master 1)

Direction : Jurriaan Rot

Jan.–Jul. 2017 Radboud University Nijmegen

Coalgebraic Determinization of Alternating Automata.

Publications et présentations

Articles de revue

LENNON-BERTRAND et al., *Gradualizing the Calculus of Inductive Constructions* (TOPLAS, 2022)

Actes de conférence

- LENNON-BERTRAND, *Complete Bidirectional Typing for the Calculus of Inductive Constructions* (ITP, 2021)
- MAILLARD et al., *A Reasonably Gradual Type Theory* (ICFP, 2022)

Conférences/ateliers

- LENNON-BERTRAND, *À bas l' η – Coq's troublesome η -conversion* (WITS, 2022)
- LENNON-BERTRAND, *Equivalence between Typed and Untyped Algorithmic Conversions* (Types, 2022)

Formation

Master 2

Informatique fondamentale

2018–2019 ENS de Lyon

Master 2

Mathématiques

2017–2018 ENS de Lyon

Préparation à l'agrégation, reçu 10^e.

Master 1

Mathematical Foundations of Computer Science

2016–2017 Nijmegen, NL

Échange Erasmus.

Double Licence

Informatique & mathématiques

2015–2016 ENS de Lyon

Mediation scientifique

CHantiers Arts, Sciences et Technologies
Théâtre Athénor, LMJL

2019–2022 Nantes

Collaboration avec le chercheur Bertrand Michel and deux auteurs de théâtre, pour un projet en lien avec des classes de lycée professionnel.

Séminaire de la détente mathématique

Maison des Mathématiques et de l'Informatique

2018–2019 Lyon

Organisation d'un séminaire de vulgarisation hebdomadaire, plusieurs participations en tant qu'exposant.

Activité de recherche

Thématique

Mon travail se situe à l'intersection entre mathématiques, informatique et logique, dans le domaine des assistants à la preuve. Ces outils logiciels ont pour but d'aider leurs utilisateurs et utilisatrices à écrire et faire vérifier des démonstrations mathématiques. Ils permettent à la fois d'avoir un très haut degré de confiance dans les preuves ainsi vérifiées, mais également de donner accès à de nombreux outils informatiques pour aider à créer, analyser et maintenir des démonstrations. Les assistants à la preuve qui m'intéressent plus particulièrement sont ceux basés sur la théorie des types et la correspondance de Curry-Howard, et notamment Coq.

Ma recherche vise principalement à utiliser des concepts et idées issus de la théorie des langages de programmation, afin de les appliquer au cas spécifique des assistants à la preuve basés sur la théorie des types. Ces derniers, sont en effet proches des langages de programmation, et les solutions venant de cette littérature générale peuvent souvent s'appliquer pour résoudre des problèmes qui leur sont spécifiques. Cependant, des questions techniques ardues se posent fréquemment pour mener à bien cette adaptation. C'est sur ce type de questions que se sont concentrées l'essentiel de mon travail.

Résultats principaux

Gradualisation du Calcul des Constructions Inductives

📅 2019-2022

👤 Kenji Maillard, Nicolas Tabareau, Éric Tanter

Nous avons construit une extension du Calcul des Constructions Inductives, le système de types à la base de Coq, incorporant une forme de typage dynamique, dans la ligne de recherche appelée typage graduel. Dans notre premier article sur le sujet, nous commençons par montrer un théorème d'impossibilité, qui interdit l'existence d'un système réunissant tous les critères qu'on pourrait attendre d'un tel système. Nous proposons cependant une solution qui permet de choisir, de manière modulaire, la propriété qu'on souhaite abandonner et celle qu'on souhaite conserver. Dans un second article, nous étendons ce système afin de remédier à certains défauts de notre premier article, et permettre de raisonner de manière interne sur les propriétés de programmes utilisant les aspects graduels du système. Ce travail ouvre la voie pour incorporer la flexibilité offerte par le typage dynamique dans les assistants à la preuve.

Présentation bidirectionnelle du Calcul des Constructions Inductives

📅 2021

J'ai donné une présentation bidirectionnelle du Calcul des Constructions Inductives, qui, bien que faisant partie du folklore des implémenteurs d'assistants à la preuve, n'avait jamais été décrite précisément dans la littérature. J'ai montré formellement, en Coq, l'équivalence entre cette présentation et la présentation standard, et utilisé cette équivalence pour certifier que le noyau implémenté par le projet METACOQ est correct et complet vis-à-vis de cette implémentation. Ce travail a également permis de détecter et de corriger un bug dans le noyau de Coq.

Production logicielle

METACOQ

📅 2020-...

👤 L'équipe METACOQ

Ce large projet collaboratif (metacoq.github.io) a pour but de formaliser Coq dans Coq lui-même, ainsi que de permettre de manipuler des termes Coq dans Coq, afin de développer des outils de méta-programmation certifiés. J'ai principalement contribué au volet théorique, en

formalisant mon travail sur le typage bidirectionnel afin de certifier la complétude de l'algorithme de vérification de types du projet.

Contributions à la communauté

Participation au comité d'évaluation des artefacts d'ICFP

📅 2022

Ce comité a pour but d'évaluer les artefacts (code, formalisation, documents supplémentaires, etc.) joints aux articles acceptés.

Proof Assistants Stack Exchange

📅 2022-...

Ce site, actuellement en phase de bêta-test, a pour but de permettre de répondre aux questions autour des assistants à la preuve, de manière communautaire. Je fais partie des 10 membres ayant la réputation la plus importante.

Publications

Publications en revue

- 2022 Gradualizing the Calculus of Inductive Constructions
Meven LENNON-BERTRAND, Kenji MAILLARD, Nicolas TABAREAU et Éric TANTER. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems* (Revue internationale), 82 p.
DOI : 10.1145/3495528.

Actes de conférence

- 2022 A Reasonably Gradual Type Theory
Kenji MAILLARD, Meven LENNON-BERTRAND, Nicolas TABAREAU et Éric TANTER. *International Conference on Functional Programming* (Conférence internationale), 29 p.
DOI : 10.1145/3547655.
- 2021 Complete Bidirectional Typing for the Calculus of Inductive Constructions
Meven LENNON-BERTRAND. *12th International Conference on Interactive Theorem Proving* (Conférence internationale), 19 p. DOI : 10.4230/LIPIcs.ITP.2021.24.

Publication en archive ouverte

Ce travail, issue de mon stage de recherche de Master 1, n'a été publié qu'en archive ouverte. En effet, il s'agit d'un résultat intéressant mais relativement mineur, que nous n'avons donc pas cherché à publier dans une revue ou conférence. Cependant, l'article a été cité à plusieurs reprises, témoignant de son intérêt.

- 2018 Coalgebraic Determinization of Alternating Automata
Meven BERTRAND et Jurriaan ROT. *arXiv* (Publication en archive ouverte). DOI : 10.48550/ARXIV.1804.02546.

Exposés

Les ateliers et conférences ont tous un comité de lecture. L'orateur est le premier auteur.

- 2022 À bas l' η – Coq's troublesome η -conversion
Meven LENNON-BERTRAND. *1st Workshop on the Implementation of Type Systems* (Exposé en atelier). URL : <https://popl22.sigplan.org/home/wits-2022#event-overview>.

- 2022 Bidirectional Dependent Types, Bidirectional Elaboration, Bidirectional Conversion
Meven LENNON-BERTRAND. *Ljubljana Foundations Seminar* (Séminaire invité). URL : <https://www.fmf.uni-lj.si/en/news/event/576/meven-lennon-bertrand-bidirectional-dependent-types-bidirectional-elaboration-bidirectional-conversion/>.
- 2022 Equivalence between Typed and Untyped Algorithmic Conversions
Meven LENNON-BERTRAND. *28th International Conference on Types for Proofs and Programs* (Exposé en conférence). URL : <https://types22.inria.fr/programme/>.
- 2022 The Curious Case of Case : Correct & Efficient Representation of Case Analysis in Coq and MetaCoq
Matthieu SOZEAU, Meven LENNON-BERTRAND et Yannick FORSTER. *1st Workshop on the Implementation of Type Systems* (Exposé en atelier). URL : <https://popl22.sigplan.org/home/wits-2022#event-overview>.

Publications principales

A Reasonable Gradual Type Theory

📅 2022

👤 Kenji Maillard, Nicolas Tabareau, Éric Tanter

Reprend plusieurs questions laissées ouvertes dans notre première publication sur le typage graduel. En particulier, GCIC, le langage proposé dans cette première publication, ne permet pas de raisonner de manière interne et cohérente sur les propriétés graduelles des programmes.

Pour répondre à ces trois difficultés, l'article propose d'étendre GCIC avec une sorte de propositions pures, qui permet de raisonner de manière cohérente sur les programmes graduels. Celle-ci permet de plus d'internaliser une notion de précision, la notion centrale des types graduels, afin de prouver de manière interne des propriétés graduelles des programmes. Enfin les indices peuvent être définis dans cette sorte en évitant les difficultés de GCIC.

J'ai participé à l'élaboration théorique, dont Kenji Maillard est cependant l'auteur principal, ainsi qu'à la rédaction de l'article. Je n'ai pas participé aux développements en AGDA et Coq qui l'accompagnent.

Gradualizing the Calculus of Inductive Constructions

📅 2022

👤 Kenji Maillard, Nicolas Tabareau, Éric Tanter

Cet article, publié en journal et que j'ai ensuite présenté durant la conférence POPL 2022, se compose de trois parties principales.

La première reprend en détail la littérature sur le typage graduel et des types dépendants, afin de dégager les définitions et propriétés principales nécessaires pour la suite de l'article. Elle culmine en un théorème d'impossibilité, qui montre qu'il n'est pas possible de construire un système ayant toutes ces propriétés désirables.

La seconde partie vise à néanmoins définir un système à types dépendant graduels, GCIC, en permettant de relâcher, de manière modulaire, une des propriétés désirables pour un tel système. GCIC est défini via une élaboration bidirectionnelle vers un second langage, CastCIC. Cette seconde partie établit une partie des propriétés de GCIC et CastCIC.

Enfin, pour justifier les choix de conception de CastCIC et les propriétés qui ne sont pas démontrées dans la deuxième partie, plusieurs modèles sont construits dans un troisième temps.

Je suis à l'origine du développement théorique et de la rédaction de la seconde partie de l'article. J'ai également collaboré avec les autres auteurs sur la conception et l'écriture de la première partie.

Complete Bidirectional Typing for the Calculus of Inductive Constructions

📅 2021

Cet article présente un système de types bidirectionnel pour le Calcul des Constructions Inductives (CIC). La propriété principale de ce système est qu'il est équivalent à la présentation standard. Cette équivalence est utilisée dans le cadre de METACOQ pour démontrer la correction et la complétude du noyau qui y est implémenté. Mais il s'agit également d'un puissant outil de preuve, permettant des preuves simples et élégantes de propriétés difficiles du système de type, en les démontrant sur la présentation bidirectionnelle, sur lesquelles elles sont

plus aisées. L'article met également en avant la notion nouvelle d'inférence contrainte, qui permet de prendre en compte la présence de calcul dans les types.

Je suis le seul auteur de ce travail, tant la partie théorique que la formalisation en Coq.

Enseignement

Ma principale expérience d'enseignement a été en tant que chargé de TD/TP durant mes trois ans de thèse, à l'université de Nantes. J'ai cherché à varier au maximum mes expériences d'enseignement, en changeant chaque année une partie de mes cours. J'ai ainsi pu expérimenter l'enseignement à des niveaux (L1-L3), sur des sujets (mathématiques, informatique, fondamentale ou appliquée), dans des formats (TP, TD et cours-TD), et à des publics (spécialistes ou non-spécialistes) très divers.

J'ai ainsi pu expérimenter des cours dès l'arrivée en L1, avec le cours d'Outils de calcul pour les sciences, un module visant à solidifier les bases de calcul mathématiques pour les étudiants arrivant en licence scientifique. En l'absence de cours magistral, j'étais seul à gérer l'enseignement de mon groupe et son évaluation.

À l'inverse, j'ai également eu l'occasion d'enseigner un module d'Informatique fondamentale au second semestre de L3 informatique, qui vise à donner un premier aperçu de notions comme la calculabilité, la sémantique des langages de programmation, etc. Grâce à ma maîtrise du sujet, proche de mon sujet de thèse, et ayant donné des TD dans ce cours deux années de suite, j'ai participé la seconde année avec les enseignants responsables du cours à adapter les cours magistraux et des sujets de TD aux difficultés constatées en classe ma première année.

Avant cette expérience à l'université, j'ai organisé, durant mon M2, un cours de théorie des catégories à destination des étudiants de l'ENS de Lyon. Du fait de l'absence de véritable cours dédié à ces outils pourtant utilisés dans certains cours de master, et à la demande d'autres étudiants qui ne maîtrisaient pas le sujet, nous avons mis en place ce cours avec un camarade, sur un domaine dont nous étions familiers du fait de nos expériences en stage de M1. Bien qu'il n'ait pas donné officiellement lieu à une validation de crédits par le département, nous avons cherché à être le plus proche possible d'un « vrai » cours magistral : le cours a duré un semestre, à raison de 2 h par semaine (répartis entre nous deux), et a été en majeure partie basé sur *Category theory*, de AWODEY.

Activité complémentaire d'enseignement (2021-2022)

Introduction aux systèmes d'information

📅 14h (TP)

👥 L2 Informatique, semestre 1

Support de TP fourni, participation à la conception et à la correction des évaluations.

Outils de calcul pour les sciences

📅 18 h (Cours-TD)

👥 L1 Maths, Informatique, Physique, Chimie, semestre 1

Support de TD fourni. Conception et correction des évaluations en contrôle continu pour mes groupes de TD.

Logique pour l'informatique

📅 16h (TP)

👥 L2 Informatique, semestre 2

Support de TP fourni, participation à la conception et à la correction des évaluations.

Informatique fondamentale 2

📅 14h (TD)

👥 L3 Informatique, semestre 2

Réflexion avec le chargé de CM sur le contenu des cours. Participation à la conception des supports de TD et des évaluations (y compris un mini-projet de recherche), et à leur correction.

Activité complémentaire d'enseignement (2020-2021)

Initiation informatique pour BGC

📅 9h (TD) + 6h (TP)

👥 L1 Biologie, Géologie, Chimie, semestre 1

Support de TP fourni, participation à la correction des évaluations.

Outils de calcul pour les sciences

📅 18h (Cours-TD)

👥 L1 Maths, Informatique, Physique, Chimie, semestre 1

Cf. 2021-2022.

Informatique fondamentale 2

📅 22h (TD)

👥 L3 Informatique, semestre 2

Cf. 2021-2022.

Activité complémentaire d'enseignement (2019-2020)

Initiation informatique pour BGC

📅 9h (TD) + 6h (TP)

👥 L1 Biologie, Géologie, Chimie, semestre 1

Cf. 2020-2021.

Outils de calcul pour les sciences

📅 36h (Cours-TD)

👥 L1 Maths, Informatique, Physique, Chimie, semestre 1

Cf. 2021-2022.

Mathématiques pour l'informatique 2

📅 24 h (TD)

👥 L2 Informatique, semestre 2

Support de TD fourni. Participation à la correction des évaluations.

Cours de théorie des catégories

Théorie des catégories

📅 22h (CM)

👥 L3-M2 Maths ou Informatique, ENS de Lyon

11 séances de cours magistral de 2h, réparties entre les deux organisateurs.

Médiation scientifique

CHantiers Arts, Sciences et Technologies

📅 2019–2022 📍 Théâtre Athénor, Lycée Pro. Michelet & Laboratoire de Mathématiques, Nantes

Avec le chercheur en mathématiques Bertrand Michel, les auteurs de théâtre Rémi Checchetto et Sylvain Renard, nous avons collaboré avec une équipe enseignante de lycée professionnel pour construire des ateliers pour leurs élèves autour du thème de l'« Intelligence Artificielle », entendue dans un sens très large.

J'ai mis en place des activités inspirées du projet *Computer Science Unplugged* (informatique débranchée, qui vise à vulgariser l'informatique sans utiliser d'ordinateurs), et en ai créé d'autres. Ces ateliers ont donné lieu à une exposition, créée par les élèves, basée sur le contenu des ateliers.

Séminaire de la Détente Mathématique

📅 2018–2019

📍 Maison des Mathématiques et de l'Informatique, Lyon

Un séminaire hebdomadaire de mathématiques et d'informatique, visant à être « détendu » et accessible à la fois aux chercheur·se·s et aux étudiant·e·s, avec des choix de sujets souvent

amusants ou originaux. C'était également l'occasion pour de nombreux étudiants de donner leur première présentation destinée à des chercheur-se-s. J'ai participé avec d'autres étudiant-e-s à l'organisation du séminaire, ainsi que comme orateur.

Thèse

Soutenue à l'Université de Nantes, le 24 juin 2022. Préparée au sein de l'équipe Inria Gallinette, affiliée au Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes.

Présidente du jury

Christine PAULIN-MOHRING (Professeure des Universités, Université Paris Sud)

Directeur de thèse

Nicolas TABAREAU (Directeur de Recherche, Inria Rennes)

Rapporteurs

Neel KRISHNASWAMI (Associate Professor, University of Cambridge)
Conor MCBRIDE (Reader, University of Strathclyde)

Examineurs

Jesper COCKX (Assistant Professor, TU Delft)
Herman GEUVERS (Professor, Radboud University Nijmegen)
Hugo HERBELIN (Directeur de Recherche, Inria Paris)
Assia MAHBOUBI (Directrice de Recherche, Inria Rennes)

Membre invité

Matthieu SOZEAU (Chargé de Recherche, Inria Rennes)