

CV Long

Aliaume LOPEZ

2023-11-19

Table des matières

1	Identité	2
2	Parcours Universitaire	2
3	Expériences professionnelles	3
4	Activités d'enseignement	3
5	Activités de recherche	4
5.1	Sémantique des langages de programmation	5
5.1.1	Ré-écriture et catégories monoïdales avec trace	5
5.1.2	Une approche générique des sémantiques opérationnelles	6
5.2	Beaux préordres et espaces Noéthériens	6
5.2.1	Invariants ordinaux de beaux préordres	6
5.2.2	Espaces Noéthériens	7
5.3	Théorie des modèles finis	8
5.4	Logique monadique du second ordre	9
5.5	Conclusion	10
5.6	Méta Recherche	11
5.7	Publications	11
5.7.1	Conférences internationales avec comité de lecture	11
5.7.2	Workshops/ateliers internationaux avec comité de lecture	11
5.7.3	Participation au contenu scientifique des publications sélectionnées	11
6	Responsabilités collectives & administratives	12

1 Identité

Nom	Aliaume Dorian Quentin Lopez
Naissance	1995-12-27, Paris, France
Adresse	33 rue du Levant, 34830, Jacou, France
Courriel	alopez@irif.fr
Site web	https://irif.fr/~alopez
Github	https://github.com/AliaumeL
Orcid	0000-0002-4205-327X
Langues	français (maternelle), anglais (courant), polonais (débutant)

2 Parcours Universitaire

J’ai effectué un parcours universitaire à l’interface entre les mathématiques et l’informatique, domaines dans lesquels j’ai obtenu une licence et un master. Ma volonté de rester en contact avec ces deux matières explique la durée de mon master d’informatique (2016 — 2019), effectué en deux ans, avec une année de pause pour passer l’agrégation de mathématiques en même temps que le master de formation à l’enseignement supérieur en mathématiques (durant l’année scolaire 2017 — 2018). De même, la durée de mon doctorat (2019 — 2023) s’explique par une année de césure durant laquelle j’ai été développeur pour une administration publique française.

Vous trouverez ci-après mon parcours universitaire détaillé.

- **2019 — 2023.** *Doctorat en informatique. “First Order Preservation Theorems in Finite Model Theory : Locality, Topology, and Limit Constructions”*

Laboratoire Méthodes Formelles, École Normale Supérieure de Cachan, Université Paris-Saclay et à l’Institut de Recherche en Informatique Fondamentale, Université Paris-Cité.

Sous la supervision de Jean Goubault-Larrecq, PREX, Laboratoire Méthodes Formelles, École Normale Supérieure Paris-Saclay et Sylvain Schmitz, PR, Institut de Recherche en Informatique Fondamentale, Université Paris-Cité.

J’ai soutenu le 12 Septembre 2023, et mon jury était composé comme suit :

- Serenella Cerrito, Professeure des Universités, Université Paris Saclay, Univ EVRY, France
 - Anuj Dawar, Professor, University of Cambridge
 - Arnaud Durand, Professeur des Universités, Université Paris-Cité
 - Patrice Ossona de Mendez, Chargé de Recherche, EHESS
 - Daniela Petrisan, Maîtresse de Conférences, Université Paris-Cité
 - Luca Reggion, Senior Fellow Researcher, University College London
- **2018.** *Agrégation de Mathématiques.* Option informatique. Classé 5ème sur 320 admis. École Normale Supérieure de Cachan.
 - **2017 — 2018.** *Master de mathématiques.* Master de Formation à l’Enseignement Supérieur. Mention très bien. École Normale Supérieure de Cachan.
 - **2016 — 2019.** *Master d’informatique.* Master Parisien de Recherche en Informatique. Mention très bien. École Normale Supérieure de Cachan.
- Stage de fin d’étude sous la direction de Alex K. Simpson. Le sujet du stage portait sur la construction d’une théorie générale des sémantiques opérationnelles, avec une application aux langages combinant non-déterminisme et probabilités, menant à une publications à *Computer Science Logic* en 2018.
- **2015 — 2016.** *Licence d’informatique.* Mention très bien. École Normale Supérieure de Cachan.
 - **2015 — 2016.** *Licence de mathématiques.* Mention très bien. École Normale Supérieure de Cachan.

- **2013 — 2015.** *MPSI/MP**. Classe préparatoire aux grandes écoles. Mention très bien. Lycée Joffre, Montpellier.
- **2013.** *Baccalauréat*. Scientifique. Mention très bien. Lycée Georges Pompidou, Castelneau-le-Lez.

3 Expériences professionnelles

Mes expériences professionnelles relèvent majoritairement de l'enseignement supérieur et de la recherche, à l'exception d'une année effectuée en césure de thèse durant laquelle j'ai travaillé pour une administration publique en tant que développeur *fullstack* sur un projet de transformation numérique. J'ai démontré ma capacité à enseigner (aussi bien en tant que chargé de TD durant mon doctorat, qu'en donnant des khôlles de mathématiques en MP et MPSI), m'intégrer dans des équipes de recherche internationales (Birmingham, Ljubljana, Varsovie), et produire des outils applicatifs concrets dans un court laps de temps (pour l'Autorité de Sécurité Nucléaire, via un portage de la Direction Interministérielle du Numérique).

Vous trouverez ci-après la liste détaillée de mes expériences professionnelles.

- **2023 — 2024.** *Contrat Post-Doctoral*. Université de Varsovie. Sous la direction de Mikołaj Bojańczyk. CDD à temps plein.
- **2019 — 2023.** *Doctorant en Informatique avec charge d'enseignement*. Sous la direction de Jean Goubault-Larrecq et Sylvain Schmitz École Normale Supérieure Paris-Saclay. Université Paris Cité. CDD à temps plein.
- **2020 — 2021.** *Chargé d'Affaires*. Développeur Fullstack. Direction Interministérielle du Numérique. Autorité de Sécurité Nucléaire. CDD à temps plein.

J'ai travaillé en duo avec Pierre-Étienne Devineau à l'élaboration d'un outil d'analyse sur la documentation produite par l'Autorité de Sécurité Nucléaire à destination de ses agents, dans le cadre d'un projet de transformation numérique innovant.

- **2017 — 2019.** *Khôlleur de mathématiques*. Institution Sainte Marie. Lycée Lakanal. Vacataire, temps partiel.
- **Mars 2017 – Juillet 2017.** *Stage* sous la direction d'Alex K. Simpson. University of Ljubljana. Stage non rémunéré, temps plein.
- **Juin 2015 – Juillet 2015.** *Stage* sous la direction de Dan R. Ghica. University of Birmingham. Stage non rémunéré, temps plein.

4 Activités d'enseignement

Durant mon doctorat, j'ai été chargé de TD successivement à l'École Normale Supérieure Paris-Saclay pour des L3 et M1, puis chargé de TP à l'Université Paris-Cité, pour des L1, L2 et L3. Par ailleurs, je vais être chargé de TD d'un programme de M2 à Varsovie au second semestre. Cette diversité d'expériences me permet d'être à l'aise avec les différents enseignements, leurs formats, et les pédagogies adaptées aux différentes années.

Vous trouverez ci-après la liste détaillée de mes charges d'enseignement.

- **2022 — 2023.** *Monitorat (CDSN)*. Université Paris Cité. **60h** équivalent TD.
 - *TP de Programmation en Python*. **24h** équivalent TD. L1 Étudiants en licence Mathématiques et informatiques appliquées aux sciences humaines et sociales. Environ une quinzaine d'étudiants.
 - Surveillance d'examen, création et correction de "questions de cours" hebdomadaires¹.
 - *TP de Programmation en Java*. **12h** équivalent TD. L1 Étudiants en licence d'informatique. Plus d'une vingtaine d'étudiants.

¹Les questions de cours hebdomadaires devaient être déposées sur la plateforme Moodle de l'Université Paris-Cité, qui n'a pas d'accès public malheureusement, et dont il est extrêmement difficile d'extraire ses propres exercices a posteriori. Je ne peux donc pas fournir la liste de ces questions.

Surveillance d'examens, participation à la relecture et mise à jour des sujets de TP.

- *TP d'Introduction aux Systèmes d'Exploitation*. **24h** équivalent TD. L1 Étudiants en licence d'informatique. Plus d'une vingtaine d'étudiants.

Surveillance d'examens, participation à la relecture des sujets de TP.

- **2021 — 2022**. *Monitorat (CDSN)*. Université Paris Cité. **60h** équivalent TD.
 - *TP de Programmation Fonctionnelle*. **24h** équivalent TD. L3 Étudiants en licence d'informatique. Une petite vingtaine d'étudiants.
 - Jury dans les soutenances du projet de fin de cours.
 - *TP/TD de Gestion de Projet (Projet)*. **12h** équivalent TD. L2 Étudiants en licence d'informatique. Une petite vingtaine d'étudiants.
 - Jury dans les soutenances du projet de fin de cours.
 - *TP de Programmation Réseau*. **24h** équivalent TD. L3 Étudiants en licence d'informatique. Une petite vingtaine d'étudiants.
 - Jury dans les soutenances de projet, création d'un outil de “stress test” pour les programmes des étudiants, disponible à cette adresse <https://gaufre.informatique.univ-paris-diderot.fr/lopeza/graphical-pr6-tester>.
- **2019 — 2020**. *Monitorat (CDSN)*. École Normale Supérieure Paris-Saclay. **48h** équivalent TD.
 - *TD de Complexité Avancée*. **24h** équivalent TD. M1 Étudiants et élèves normaliens. Entre dix et quinze étudiants.
 - Reprise des supports de TD, avec ajout et modification d'exercices. Les supports sont disponibles sur ma page web <https://irif.fr/~alopez/enseignement.html#complexité-avancée>
 - *TD de Programmation 1*. **24h** équivalent TD. L3 Étudiants et élèves normaliens. Entre vingt et trente étudiants.
 - Reprise des supports de TD, avec ajout et modification d'exercices. Les supports sont disponibles sur ma page web <https://irif.fr/~alopez/enseignement.html#programmation-1>

En terme de pédagogie, quelque chose que j'ai beaucoup aimé en TP de programmation python (qui se fait en petit groupes et au niveau L1) est de faire des sessions de *live coding* pour la correction de certains exercices, avec des élèves qui “expliquent ce qu'ils ont fait”. J'ai trouvé que cela permet deux choses intéressantes : d'une part, cela permet aux élèves qui ont des difficultés avec la syntaxe, ou sont plutôt lents avec l'ordinateur de participer, de l'autre, cela force les élèves à exprimer clairement à un autre être humain leurs intentions (et se mettre d'accord sur ce que je dois coder). La principale difficulté est de faire participer toute la classe, ce qui demande beaucoup d'efforts et un petit groupe d'élèves.

Une autre pratique que j'aime beaucoup est le “quizz” (de type Kahoot par exemple) où les élèves se mettent en équipe pour répondre à des questions projetées au tableau. L'avantage de cette méthode est que même sur une classe de 30/40 élèves tout le monde peut participer. Bien entendu, il faut mettre uniquement des questions “piège”, sans quoi les élèves perdent rapidement intérêt dans l'exercice, qui lui-même ne doit pas durer plus d'une quinzaine de minutes.

5 Activités de recherche

Mon parcours de recherche a commencé par un intérêt pour la sémantique des langages de programmation, avec deux stages (un court, en M1, un long, en M2) portant sur cette thématique. Ces deux stages, l'un à Birmingham, l'autre à Ljubljana ont mené à des publications dans des conférences internationales. Suite à ces expériences, je me suis ré-orienté dans le domaine de la théorie des modèles finis et la combinatoire, mes principaux objets d'étude étant les beaux pré-ordres et la logique au premier ordre sur des structures finies. C'est dans ces domaines que j'ai effectué ma thèse de doctorat en co-supervision entre l'École Normale Supérieure Paris-Saclay, et l'Université Paris-Cité. Durant ma thèse, j'ai participé à de nombreux événements sur les sujets,

fussent-ils des conférences internationales (participation à CSL 2018, LICS 2019, LICS 2022, LICS 2023, FoSSACS 2023), des semaines de recherches (au CIRM en 2022 et en 2023, à Dagstuhl en 2022), ou donné et écouté des exposés sur ces sujets dans différents séminaires de laboratoires (Varsovie, Bordeaux, Paris-Cité, Marseille, Montpellier).

Parallèlement, j’ai été reviewer pour différentes conférences et journaux (notamment FoSSaCS, LICS, LMCS, CONCUR, et DLT). Plus récemment, j’ai pris intérêt pour la médiation scientifique et j’ai participé à la fête de la science organisée par l’IRIF en 2023. Dans une moindre mesure, mon activité de développeur à l’ASN est une expérience de transfert, même si mes recherches sur les modèles finis et la logique au premier ordre n’ont pas crucialement participé à la réalisation du produit. Cette expérience m’a beaucoup aidé à comprendre mes propres sujets de recherche d’un point de vue plus pratique.

On peut découper mon activité de recherche de manière thématique comme suit:²

- Sémantique des langages de programmation.
- Beaux préordres et espaces Noëthériens.
- Théorie des modèles finis (au premier ordre).
- Étude des modèles finis au travers de la logique monadique du second ordre (MSO, ou CMSO).

5.1 Sémantique des langages de programmation

Ma recherche sur la sémantique des langages de programmation s’est effectuée à l’Université de Birmingham et l’Université de Ljubljana, respectivement sous la direction de Dan R. Ghica et Alex K. Simpson.

5.1.1 Ré-écriture et catégories monoïdales avec trace

À l’Université de Birmingham, sous la direction de Dan R. Ghica et en collaboration avec Achim Jung, j’ai travaillé à l’élaboration d’une syntaxe avec liaison de variables pour décrire des circuits dans un cadre catégorique. Concrètement, ce travail sur les catégories monoïdales avec trace visait à décrire le comportement de circuits numériques évoluant dans le temps. Les langages usuels de description de circuits (VHDL, Verilog) ou de graphes (DOT) utilisent une syntaxe “plate” et tirent énormément partie de leur capacité à “nommer” des parties du circuit. Ces syntaxes, très agréables et versatiles, ne possèdent pas de bonnes propriétés syntaxiques : il est par exemple difficile d’effectuer des vérifications statiques, ou d’optimiser des circuits écrits dans ces langages. Pourtant, ceux-ci restent les plus utilisés, parce qu’ils sont beaucoup plus lisibles que des langages algébriques basés sur des combinateurs (sans noms).

L’objectif de la recherche effectuée durant ce stage était de proposer une sémantique formelle de langages de circuits, basés sur le formalisme des catégories monoïdales tracées (avec opérateurs additionnels, pour modéliser les délais par exemple), avec un sucre syntaxique qui rende agréable l’écriture de circuits, et efficace les règles de normalisation provenant de la théorie équationnelle sous-jacente. En effet, un des enjeux majeurs lorsque l’on désire rendre “opérationnel” les axiomes provenant de la théorie des catégories est que de nombreux choix doivent être effectués à cause des règles de distributivité ou de fonctorialité. Ainsi, il est utile de traduire les équations sur les combinateurs en équations sur des diagrammes, pour lesquels des techniques de ré-écriture de graphes permettent de fournir efficacement une normalisation des circuits (quand elle existe). Durant ce stage, j’ai eu la chance de collaborer à l’écriture de l’article *A structural and nominal syntax for diagrams* avec Dan R. Ghica, publié à QPL 2017 [GL17] ainsi qu’à l’écriture de l’article *Diagrammatic Semantics for Digital Circuits* publié à CSL 2017 [GJL17]. Dans ces deux articles sont explorées les théories équationnelles de langages basés sur les “diagrammes”, en les représentant comme des morphismes dans des catégories monoïdales tracées, afin de doter des langages de description de circuits (VHDL, Verilog) d’une théorie axiomatique.

Ma contribution a été l’élaboration d’une syntaxe qui simplifie l’écriture des circuits en utilisant des variables libres, à mi-chemin entre la syntaxe par combinateurs et la description en termes de diagrammes ou graphes. Les règles de ré-écritures ont été adaptées à cette nouvelle syntaxe, et j’ai écrit en OCaml un outil de conversion, et programmé les algorithmes de normalisation décrits dans notre recherche théorique. Cet outil n’est plus maintenu, mais le code se trouve encore en ligne à cette adresse <https://github.com/AliaumeL/circuit-syntax>. Cela a donné la possibilité d’illustrer plus facilement notre travail, et de tester des conjectures. Mon apport théorique a été assez faible

²Ce découpage d’avère aussi être chronologique.

dans cette recherche (création d’une nouvelle syntaxe, et développement d’un système d’équations sur cette syntaxe qui est correct et complet par rapport aux combinateurs de base), car je n’étais pas familier avec les notions catégoriques en jeu, et encore trop peu à l’aise avec la théorie des domaines nécessaire à l’élaboration d’une sémantique concrète.

5.1.2 Une approche générique des sémantiques opérationnelles

À l’Université de Ljubljana, j’ai travaillé sous la direction d’Alex K. Simpson sur la sémantique opérationnelle de langages en appel par valeur, enrichis par des effets algébriques. Ce projet de recherche était dans la continuation d’un travail déjà effectué par Johann, Simpson et Voigtländer dans le cadre d’un langage en appel par nom [JSV10]. L’idée générale est de systématiser la définition d’une sémantique opérationnelle pour des langages contenant des effets algébriques, en découplant l’évaluation des constructions standard (application, récursion, abstraction) et des effets (non-déterminisme, mémoire, probabilités). Les avantages d’une telle approche sont multiples, et étaient déjà décrits dans l’article de JOHANN, SIMPSON et VOIGTLÄNDER [JSV10]. D’une part, la sémantique opérationnelle est relativement naturelle à décrire, et ne nécessite pas l’introduction d’objets complexes pour modéliser les effets (monades). De l’autre, la séparation de la sémantique en deux phases permet de concentrer les choix sémantiques (et la vérification d’axiomes) sur la partie “nouvelle” d’un langage introduisant des effets, c’est-à-dire, les effets eux-même et leurs interactions. Enfin, malgré une définition “opérationnelle” au départ — sur laquelle il est *a priori* difficile de prouver des théorèmes — on peut, sous des hypothèses raisonnables, capturer la notion d’équivalence contextuelle de programmes en utilisant une relation logique adéquate. Une des applications de cette relation logique est de déduire, de manière indépendante des effets algébriques considérés, des théorèmes d’équivalence entre programmes, d’où le titre “generic operational meta-theory”.

Ma contribution à ce projet de recherche a été l’adaptation des théorèmes d’un langage en appel par nom (assez peu intuitif pour un programmeur, en particulier en présence d’effets) vers un langage en appel par valeur. Cette traduction était non-triviale, mais il était clair dès le départ qu’une telle généralisation était possible. Une seconde contribution a été l’étude d’un cas particulier d’effets algébrique, ou plutôt, d’un cocktail d’effets : la combinaison de non-déterminisme (sous plusieurs variantes, optimiste, pessimiste et convexe) et probabilités. Cette combinaison est connue pour être difficile à mettre en place, au moins d’un point de vue dénotationnel. J’ai proposé trois approches pour définir les “observations” associées à ces effets, en termes logiques, sémantiques, et opérationnels, et démontré qu’ils donnent bien la même équivalence contextuelle sur un langage en appel par valeur. Ces deux contributions ont mené à la publication d’un article à CSL 2018 [LS18], que j’ai présenté à Birmingham.

En complément à la présentation à CSL 2018, j’ai présenté ce travail au séminaire PPS organisé par l’IRIF.

- **17 Décembre 2021.** *Basic Operational Preorders for Algebraic Effects*. Séminaire PPS à l’IRIF, Paris.

5.2 Beaux préordres et espaces Noëthériens

Ma thèse de doctorat s’est trouvée très influencée par les travaux sur les espaces Noëthériens et les beaux préordres, domaines où j’ai contribué par un article de conférence, une soumission à un journal, et plusieurs présentations à des séminaires. Les beaux préordres sont un sous ensemble des espaces ordonnés dans lesquels des propriétés de terminaison sont garanties : on ne peut pas construire une séquence infinie d’éléments $(x_i)_{i \in \mathbb{N}}$ tels que $\neg(x_i \leq x_j)$ pour tout $i < j$, ce qui est une propriété un peu plus forte que celle d’être bien fondé. Ces espaces ordonnés permettent de prouver la terminaison de certains programmes, et ont été le moteur derrière développement de la vérification des “Systèmes de Transitions Bien Structurés” (WSTS).

De manière similaire, les espaces Noëthériens sont une famille d’espaces topologiques dans lesquels une propriété de terminaison est garantie : il n’existe pas de séquence infinie strictement croissante d’ouverts. Il existe des liens forts entre les beaux préordres et les espaces Noëthériens, mais ces derniers généralisent strictement les premiers.

5.2.1 Invariants ordinaux de beaux préordres

Ma recherche sur les beaux préordres a été faite en collaboration avec Philpppe Schnoebelen, Isa Vialard et Simon Halfon, tous trois présents à l’École Normale Paris-Saclay durant ma thèse. Notre

sujet d'étude était la compréhension des invariants ordinaux associés aux beaux préordres. En effet, comme certaines séquences (les mauvaises séquences) sont finies dans un beau préordre, on peut associer un ordinal à l'arbre des mauvaises séquences d'un beau préordre (le *maximal order type*). On peut aussi mesurer la profondeur de l'arbre des séquences strictement décroissantes (hauteur), ou l'arbre des antichaînes (largeur). Cet ordinal peut servir à rendre plus fines les preuves de terminaison, lorsque traduites en des bornes sur la complexité des programmes. En général, le calcul explicite de ces invariants est laborieux sur un beau préordre en particulier, mais en pratique, les beaux préordres sont *construits* par des expressions algébriques qui combinent des beaux préordres plus simples, sur lesquels les invariants ordinaux sont très simples à calculer. Ainsi, il est naturel de chercher des expressions *compositionnelles* des invariants ordinaux : peut-on calculer les invariants ordinaux d'un produit de beaux préordres à partir de leurs invariants ordinaux ?

Notre approche a été de s'intéresser au produit cartésien et à la construction des parties finies, deux opérations extrêmement courantes dans la construction de nouveaux beaux préordres, et pour lesquelles il n'existait pas de formule connue pour tous les invariants. Dans un premier temps, nous avons montré formellement des bornes supérieures et inférieures “faciles” sur les constructions, puis montré que celles-ci sont atteintes pour certaines familles de beaux préordres. Les bornes supérieures et inférieures étant atteintes, et très éloignées les unes des autres, on déduit en particulier que ces invariants ordinaux ne peuvent pas être fonctionnels (se calculer uniquement à partir des invariants ordinaux des arguments du constructeur). Cependant, en restreignant les constructeurs autorisés (en particulier, en interdisant de construire des beaux préordres avec une somme lexicographique), nous avons démontré que les invariants ordinaux des parties finies et du produit cartésien deviennent *fonctionnelles*, sous réserve d'ajouter à la liste des invariants ordinaux leurs variantes “approximées”. Ainsi, nous avons défini la “hauteur approximée”, “largeur approximée”, et le “type d'ordre maximal approximé”, qui en plus de permettre le calcul d'invariants par induction sur l'expression, semblent être intéressants en eux mêmes. Nous avons présenté avec Isa Vialard ces travaux à Lyon lors d'une rencontre “WQO-BQO: What is up?”, et un article de journal est en cours de soumission.

Vous trouverez ci-après les différentes interventions à des séminaires basées sur ces travaux de recherche.

- **21 – 23 Février 2023.** *WQO-BQO: What is up?*. Lyon.

5.2.2 Espaces Noéthériens

Les espaces Noéthériens sont une famille d'espaces topologiques qui généralisent la notion de beau préordre, et qui peuvent être utilisés afin de démontrer la terminaison de certains programmes. En particulier, les espaces Noéthériens ont été utilisés pour vérifier des systèmes de transitions dont la description topologique est plus adaptée qu'une présentation en terme d'ordres partiels. Cependant, plusieurs espaces Noéthériens correspondent à un même préordre, et lorsqu'il s'agit de généraliser des *constructeurs* (comme le produit cartésien, les mots finis, les arbres) des préordres aux topologies, et de prouver que ces constructions préservent les espaces Noéthériens, deux principaux problèmes émergent :

1. Il y a une part d'arbitraire dans la généralisation du constructeur.
2. La preuve que ce constructeur “préserve des topologies Noéthériennes” est souvent basée sur des arguments de mauvaise séquence minimale topologique, une généralisation des arguments de mauvaise séquence minimale utilisée dans le cadre des beaux préordres. Ces preuves sont complexes, mènent souvent à des erreurs (dans le cas des préordres) et doivent être reprises de zéro pour chaque nouveau constructeur.

Ainsi, il y a un jeu lors de l'écriture d'articles consistant à chercher une topologie “assez fine” pour généraliser le cas des préordres, mais “assez simple” pour que les arguments de mauvaise séquence minimale soient opérants. Cela m'a poussé à chercher à abstraire ces arguments de mauvaise séquence minimale (topologique) dans un théorème de point fixe, qui sous un ensemble raisonnable d'hypothèses, permettrait de conclure au fait qu'une topologie est Noéthérienne. Cette piste de recherche a été motivée par le fait qu'une majorité des utilisations d'arguments de mauvaise séquence minimale se font sur des constructions “inductives” où il y a une notion claire de sous-structure (pour les mots, les suffixes, pour les arbres, les sous-arbres).

L'idée principale de ma recherche a été de changer d'objet d'étude, et de ne pas considérer un *constructeur*, comme le produit cartésien, la construction des mots finis, ou la construction des arbres finis sur un espace X . Au contraire, en laissant *fixe* l'espace X , et en étudiant les fonctions

travaillant sur les *topologies* de cet espace, on obtient un cadre relativement simple, dans lequel formuler un théorème général de point fixe. J’ai démontré que si X est un ensemble (fixé) et F est une fonction qui associe à une topologie sur X une nouvelle topologie sur X , les conditions suivantes sont suffisantes pour que le *plus petit point fixe* de F soit une topologie Noëthérienne : (a) F est croissante (b) $F(\tau)$ est une topologie Noëthérienne si τ est une topologie Noëthérienne (c) F respecte les sous ensembles fermés. Ce théorème général repose lui-même sur un argument de mauvaise séquence, mais permet de l’encapsuler et de ne plus avoir à travailler que sur des fonctions F pour lesquelles il est en général facile de vérifier les points (a) et (b). Il se trouve que tous les théorèmes connus (au moment où ce document est écrit) sur les constructeurs d’espaces Noëthériens se reprouvent *facilement* en utilisant ce théorème de point fixe, même lorsque la preuve originale n’utilisait pas d’argument de mauvaise séquence minimale.

J’ai par la suite utilisé ce théorème de point fixe pour étudier des constructions définies inductivement, en suivant ce qui avait été proposé dans le cas des beaux préordres par Hasegawa [Has02]. L’étude s’est avérée relativement simple, puisqu’à un espace X construit inductivement, il est facile d’associer une fonction F qui raffine, sur X , une topologie. Ainsi, je peux associer à tout constructeur inductif une *topologie limite*. J’ai ensuite vérifié que toutes les constructions inductives connues sur les espaces Noëthériens sont bien munies de leur *topologie limite* au sens défini ci-dessus. En ce sens, j’estime avoir répondu dans une certaine mesure au problème de *canonicité* des topologies associées aux constructeurs sur les topologies Noëthériennes, en les obtenant toutes par l’application uniforme de la notion de *topologie limite*.

Enfin, j’ai comparé ma construction de *topologie limite* à l’approche proposée par Hasegawa sur les beaux préordres. Dans le cas particulier des constructeurs travaillant sur les beaux préordres, j’ai pu montrer que nos deux constructions coïncident, et donc que ma définition d’une *topologie limite* généralise strictement le *préordre de divisibilité* introduit par Hasegawa.

Une majorité de ces contributions ont eu lieu durant le confinement, en collaboration avec mes directeurs de thèse, elles ont fait l’objet d’une publication à FoSSaCS 2023 [Lop23].

Vous trouverez ci-après les différentes interventions à des séminaires basées sur ces travaux de recherche.

- **11 Avril 2022.** *Generic Noetherian Theorems*. Réunion du projet ANR BRAVAS, Paris.

5.3 Théorie des modèles finis

Ma thèse porte essentiellement sur la théorie des modèles finis, qui s’intéresse au comportement de la logique au premier ordre (FO) lorsque aux structures *finies*. Cette branche à l’interface entre les mathématiques et l’informatique diffère fondamentalement par ses méthodes de la théorie des modèles *classique* (où des structures infinies sont aussi considérées). En effet, un des principaux théorèmes de la théorie des modèles, le théorème de *compacité*, ne relativise pas aux structures finies. Comme celui-ci est utilisé presque systématiquement dans les preuves de théorèmes plus complexes, ces théorèmes ont un statut indéterminé en théorie des modèles *finis* : leur preuve canonique ne relativise pas aux structures finies, mais il se pourrait que des arguments plus combinatoires démontrent que ceux-ci relativisent malgré tout. J’ai participé durant ma thèse à plusieurs séminaires et écoles sur le thème de la théorie des modèles finies et ses propriétés algorithmiques, notamment au CIRM (Marseille) en Février 2022 et en Janvier 2023, ainsi qu’à Dagstuhl (en Allemagne) en Février 2022.

Dans ce domaine, ma recherche s’est principalement axée sur les *théorèmes de préservation*, qui sont des théorèmes de théorie des modèles classique, dont la preuve est relativement élémentaire, et dont l’étude dans le cas fini s’est avérée non-triviale. J’ai développé essentiellement deux axes différents dans mon étude de la relativisation des théorèmes de préservation aux classes de structures finies :

1. Une approche par composition, par analogie avec mes travaux sur les beaux préordres et les espaces Noëthériens, qui vise à obtenir une algèbre pour les théorèmes de préservation. Cette approche est basée sur l’étude d’une classe d’espaces topologiques dits “logiquement présentés” qui généralisent les espaces spectraux (eux même généralisant les espaces Noëthériens).
2. Une approche combinatoire, basée sur l’analyse précise de l’expressivité de la logique dans certaines classes de structures finies. Cette approche est basée sur l’étude d’une version *positive* du théorème de Gaifman.

Pour l’approche par composition, j’ai développé une théorie des espaces préspectraux logiquement présentés, qui capturent un sous ensemble (très large) des théorèmes de préservation qui relativisent

au cas fini. Ces espaces peuvent se composer de multiple manières (somme, produit cartésien, mots finis, produit en couronne), ce qui se prouve en utilisant à la fois des théorèmes topologiques (côté préspectral) et des théorèmes sur la logique au premier ordre (côté logiquement présenté). En un sens, ces espaces capturent les “bons” théorèmes de préservation, et excluent ceux qui ne peuvent pas se composer de manière topologique. Cette étude a donné lieu à une publication à CSL en 2021 [Lop21]. L’intérêt de ce cadre théorique est qu’il possède de fortes connexions avec d’autres théories (espaces bi-topologiques, espaces spectraux), et se prêterait potentiellement à une généralisation catégorique (en remplaçant la logique au premier ordre par des co-monades de jeux). J’ai discuté à LogAlg 2023 avec Tomasz Jakl, qui a récemment obtenu une bourse européenne Marie Curie dont le sujet est la catégorification de la théorie des modèles finis, et nous allons probablement collaborer dans un futur proche sur ces sujets.

Pour l’approche combinatoire, je me suis restreint à l’étude d’un unique théorème de préservation, le théorème de Łoś-Tarski, en me basant sur une étude préalable de Atserias, Dawar et Grohe [ADG08], qui démontre par un argument combinatoire que le théorème de Łoś-Tarski relativise à toute classe de structure finies qui est héréditaire, close par union disjointe et de degré borné. En poussant l’étude combinatoire à l’extrême, on j’ai démontré l’équivalence suivante, qui caractérise exactement les classes héréditaires et closes par union disjointe où le théorème de Łoś-Tarski relativise : pour de telles classes $\mathcal{C}$, le théorème de Łoś-Tarski relativise si et seulement si ce dernier relativise à toutes les *localisations* de $\mathcal{C}$. Ce théorème permet d’obtenir de nouvelles classes, au delà des classes de degré borné, sur lesquelles le théorème de Łoś-Tarski relativise. Par ailleurs, le résultat est obtenu par une méthode intéressante en elle même, qui passe par une forme *positive* du théorème de localité de Gaifman, très souvent utilisé pour palier l’absence du théorème de compacité dans le cas fini. Cette version *positive* correspond à un fragment des formules au premier ordre, les formules *existentielles locales*, qui une fois paramétrées par le rayon r de localité autorisé, donnent une manière de quantifier le passage des formules *existentielles* (0-locales) aux formules *arbitraires* (∞ -locales). Ces résultats ont été publiés à LICS en 2022 [Lop22].

Vous trouverez ci-après les différentes participations à des événements en lien avec la théorie des modèles finis.

- **16 – 20 Janvier 2023.** CIRM. *Discrete mathematics and logic: between mathematics and the computer science (from the finite to the infinite)*.
- **14 — 18 Février 2022.** CIRM. *Logic, Databases and Complexity*.
- **31 Janvier — 4 Février 2022.** Dagstuhl. *Finite and Algorithmic Model Theory*.

Vous trouverez ci-après les différentes interventions à des séminaires basées sur mes travaux en théorie des modèles finis.

- **6 Novembre 2023.** *Compositional Techniques for Preservation Theorems over Classes of Finite Structures*. Séminaire BOREAL au LIRMM, Montpellier.
- **18 Octobre 2023.** *The Łoś-Tarski theorem and locality*. Séminaire automates au MIMUW, Varsovie.
- **18 Octobre 2023.** *The Łoś-Tarski theorem and locality*. Séminaire automates au MIMUW, Varsovie.
- **2 Février 2023.** *Locally Grown Preservation Theorems*. Séminaire M2F au LaBRI, Bordeaux.
- **28 Mars 2022.** *Locality and Preservation Theorems*. GT DAAL, Lille.
- **19 Novembre 2021.** *Preservation theorems - At the crossroads of topology and logics*. Séminaire ASV à l’IRIF, Paris.

5.4 Logique monadique du second ordre

Plus récemment, en lien avec des questions sur les classes de largeur de clique bornée (et en particulier de largeur linéaire de clique), j’ai collaboré avec des membres de l’équipe automates de l’IRIF : Thomas Colcombet et Gaëtan Douéneau-Tabot. Ma recherche initiale, visant à mieux comprendre pour quelles classes de structures relationnelles finies l’ordre d’extension est un beau préordre, n’a pas été fructueuse en soi. Cependant, j’ai été mis en contact avec les techniques basées sur les forêts de factorisation de Simon, et j’ai pu contribuer à une recherche très différente de mes objectifs initiaux : l’étude des fonctions des mots finis vers les entiers dites *polyrégulières*.

En effet, bien que provenant de domaines très différents (les beaux préordres et les transductions), les méthodes de preuves se rejoignent sur un point précis. Dans mon étude des classes de structures de largeur de clique bornée, on obtient une classe $\mathcal{C}$ comme l’image par une transduction (MSO)

d'un arbre. Pour s'attaquer en premier lieu à un problème plus abordable, on peut se restreindre aux arbres linéaires (filiformes) qui sont isomorphes aux mots, et correspondent aux classes $\mathcal{C}$ de largeur *linéaire* de clique bornée. Ainsi, caractériser les classes $\mathcal{C}$ de largeur linéaire de clique bornée pour lesquelles l'ordre d'extension est un beau préordre se réduit à l'étude des transductions MSO de $\varphi: \Sigma^* \rightarrow \mathbf{Graphs}$. Parallèlement, mes collaborateurs étaient intéressés par des fonctions définies par des fonctions $f: \Sigma^* \rightarrow \mathbb{Z}$, elles aussi définies à partir de la logique MSO. Dans les deux cas, la technique de preuve qui semble prometteuse est d'étudier les forêts de factorisation de Simon sur le monoïde défini par les formules, et comprendre, sur ces forêts, la combinatoire de la fonction.

Si dans le cas des graphes, la propriété n'est pas encore bien comprise, dans le cas des fonctions à valeurs dans $\mathbb{Z}$, nous avons réussi à caractériser le degré de croissance d'une telle fonction $f: \Sigma^* \rightarrow \mathbb{Z}$, c'est-à-dire le plus petit k tel que $|f(w)| = \mathcal{O}(|w|^k)$, et décider si une telle fonction peut être calculée par des formules au premier ordre (FO), en généralisant de manière non-triviale les résultats sur les langages réguliers apériodiques, où la logique au premier ordre coïncide avec la notion de monoïde apériodique et d'automate minimal sans compteur. Ces travaux ont fait l'objet d'une publication à LICS 2023 [CDL23].

Après avoir soutenu ma thèse, je suis parti en contrat post-doctoral sous la direction de Mikołaj Bojańczyk, avec lequel je travaille de nouveau sur des classes de structures avec largeur de clique bornée, pour y obtenir des décompositions arborescente définissable en MSO. Ce travail, en collaboration avec Pierre Ohlmann, se rapproche beaucoup plus de mes motivations initiales, mais n'a pas encore abouti à une publication. En parallèle de cette ligne de recherche, je m'intéresse avec Gaëtan Douéneau à généraliser nos résultats sur les fonctions $f: \Sigma^* \rightarrow \mathbb{Z}$ aux fonctions $f: \Sigma^* \rightarrow \mathbb{N}$. En effet, l'utilisation de sorties négatives s'avère cruciale dans notre étude, et la généralisation à une sortie dans un monoïde qui n'est pas un groupe semble nécessiter une compréhension plus fine des phénomènes apparaissant au sein des forêts de factorisation de Simon.

Vous trouverez ci-après les différentes interventions à des séminaires basées sur ces travaux de recherche.

- **7 Décembre 2023** *Z-Polyregular functions, deciding aperiodicity..* Séminaire MOVE, LIS, Marseille.

Vous trouverez ci-après les différents événements auxquels j'ai participé dans le cadre de cette recherche.

- **15 – 17 Novembre 2023.** *Workshop LogAlg.* Varsovie.
- **24 Février – 5 Mars 2023.** *Visite pour collaboration avec Mikołaj Bojańczyk.* Université de Varsovie, Varsovie.

5.5 Conclusion

Bien que très variés dans leur nature, les domaines de recherche qui m'intéressent trouvent leur point commun dans la manière que j'ai eue de les aborder, en recherchant des théorèmes généraux unificateurs : une théorie opérationnelle des effets pour la sémantique, un calcul inductif des invariants ordinaux pour les beaux préordres, une construction générique de topologies Noëthériennes par point fixes, des théorèmes génériques de préservation en théorie des modèles finis, et l'étude des classes de fonctions $\mathbb{Z}$ -polyrégulières dans le cas de la logique monadique du second ordre.

En plus d'une unité dans l'approche de ces domaines de recherche, qui vise une certaine esthétique et des résultats sur des classes d'objets plutôt que des cas particuliers, il y a aussi une unité dans l'étude des dualités entre syntaxe et sémantique. Si cette dualité est plutôt claire en termes de langages de programmation (opérationnel ou dénotationnel), elle est aussi présente en théorie des modèles (finis) et en topologie (dualité de Priestley et dualité de Stone). Cette dualité entre syntaxe et sémantique est au cœur de l'étude des fonctions $\mathbb{Z}$ -polyrégulières où tout l'enjeu est de caractériser par des propriétés sémantiques la capacité à écrire ces fonctions dans une certaine syntaxe. De manière plus surprenante, la correspondance entre syntaxe et sémantique s'est aussi retrouvée dans les travaux sur les beaux préordres où une analyse fine sur la *syntaxe* permettant de construire des beaux préordres a été la clef du calcul de certains invariants ordinaux (par nature sémantiques).

De par la diversité de mes intérêts, de mes collaborations, et de mes contributions à l'état de l'art, j'estime avoir démontré non seulement une capacité d'adaptation et d'intégration dans différents projets de recherche, mais aussi ma disposition à effectuer par moi-même des travaux innovants.

5.6 Méta Recherche

Intéressé par l'écosystème de la recherche, j'ai enquêté, avec Gaëtan Douéneau et Laurent Proserpi, les carrières des doctorants français qui ne poursuivent pas dans la recherche académique ou l'enseignement et qui restent cependant dans secteur public. De manière surprenante, l'intersection des deux propositions est non vide, et c'est ce qui a déclenché notre enquête en premier lieu. Au cours d'une année, nous avons réalisé plus d'une douzaine d'entretiens et recueilli des données quantitatives auprès de plusieurs administrations, qui sont synthétisées dans le rapport "Recrutement et emploi des docteurs dans les administrations publiques". Un an plus tard un nouveau système de bourses de doctorat permettant un partenariat entre une administration publique et une université a été ajouté au système de bourses français, probablement suite à l'une des l'une des recommandations du rapport. Nous avons ensuite participé à un salon des carrières doctorales et au séminaire du département d'informatique de l'ENS Paris-Saclay pour discuter du contenu et des implications du rapport sur les choix de carrières des futurs docteurs.

- **18 Mai 2022.** *Participation à la table ronde "What to do after a PhD?"*, organisée par Carreers and Doctors (CARADOC).
- **29 Novembre 2022.** *"Rejoindre l'administration publique avec un doctorat : comment et pourquoi ?"*. Présentation au séminaire du département informatique de l'École Normale Supérieure Paris-Saclay.

5.7 Publications

Vous trouverez ci-après la liste de mes publications acceptées, où trois travaux sont signalés par le symbole $\star$ et seront commentés dans la sous-section suivante. Les auteurs sont donnés dans l'ordre alphabétique, comme il est d'usage dans la communauté où les articles sont publiés.

5.7.1 Conférences internationales avec comité de lecture

- $\star$ *$\mathbb{Z}$ -polyregular functions*. Thomas Colcombet, Gaëtan Douéneau-Tabot, **Aliaume Lopez**. 2023. 38th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS). Pages 1 — 13. DOI [10.1109/LICS56636.2023.10175685](https://doi.org/10.1109/LICS56636.2023.10175685). ArXiv [2207.07450](https://arxiv.org/abs/2207.07450).
- $\star$ *Fixed Points and Noetherian Topologies*. **Aliaume Lopez**. 2023. Foundations of Software Science and Computation Structures. Pages 456–476. DOI [10.1007/978-3-031-30829-1_22](https://doi.org/10.1007/978-3-031-30829-1_22). ArXiv [2207.07614](https://arxiv.org/abs/2207.07614).
- $\star$ *When Locality Meets Preservation*. Aliaume Lopez. 2022. 37th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science. Pages 1–14. DOI [10.1145/3531130.3532498](https://doi.org/10.1145/3531130.3532498). ArXiv [2204.02108](https://arxiv.org/abs/2204.02108).
- *Preservation Theorems Through the Lens of Topology*. **Aliaume Lopez**. 2021. 30th EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2021). Pages 32:1–32:17. DOI [10.4230/LIPIcs.CSL.2021.32](https://doi.org/10.4230/LIPIcs.CSL.2021.32). ArXiv [2007.07879](https://arxiv.org/abs/2007.07879).
- *Basic Operational Preorders for Algebraic Effects in General, and for Combined Probability and Nondeterminism in Particular*. **Aliaume Lopez**, Alex Simpson. 2018. 27th EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2018). Pages 29:1–29:17. DOI [10.4230/LIPIcs.CSL.2018.29](https://doi.org/10.4230/LIPIcs.CSL.2018.29).
- *Diagrammatic Semantics for Digital Circuits*. Dan R. Ghica, Achim Jung, **Aliaume Lopez**. 2017. 26th EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2017). Pages 24:1–24:16. DOI [10.4230/LIPIcs.CSL.2017.24](https://doi.org/10.4230/LIPIcs.CSL.2017.24). ArXiv [1703.10247](https://arxiv.org/abs/1703.10247).

5.7.2 Workshops/ateliers internationaux avec comité de lecture

- *A structural and nominal syntax for diagrams*. Dan R. Ghica, **Aliaume Lopez**. 2017. 14th International Conference on Quantum Physics and Logic, QPL 2017, Nijmegen, The Netherlands, 3 — 7 July 2017. Pages 71–83. DOI [10.4204/EPTCS.266.4](https://doi.org/10.4204/EPTCS.266.4). ArXiv [1702.01695v2](https://arxiv.org/abs/1702.01695v2).

5.7.3 Participation au contenu scientifique des publications sélectionnées

J'ai sélectionné trois publications récentes, chacune dans un domaine différent, toutes acceptées dans une conférence de rang A (FoSSaCS) ou A* (LICS). Pour la publication [Lop22] à LICS 2022, le taux d'acceptation était de 34,8%, pour la publication [Lop23] à FoSSaCS 2023, le taux d'acceptation était de 30,6%, et pour la dernière publication [CDL23] à LICS 2023, le taux d'acceptation était de 32,8%. Ces deux conférences sont des références dans leurs domaines respectifs.

Pour les articles [Lop22 ; Lop23], bien qu'aidé par mes directeurs de thèse sur la rédaction, la vérification des preuves, et des rendez-vous réguliers pour discuter de l'avancement des sujets, j'estime que la majorité du contenu provient de ma contribution, ce qui justifie par ailleurs le fait que j'en sois le seul auteur.

Pour l'article [CDL23], j'ai dû rattraper un retard théorique sur certains aspects (forêts de factorisation), mais j'ai participé activement à la construction de l'automate des résiduels (un objet canonique permettant de décider l'apériodicité des fonctions $\mathbb{Z}$ -polyrégulières) ainsi qu'à l'élaboration des nombreuses caractérisations de la classe de fonctions considérées au sein d'autres classes déjà connues (séries rationnelles, fonctions polyrégulières, etc). Ainsi, mis à part l'automate des résiduels, qui a été co-construit, ma contribution a été concentrée sur la partie technique et la rédaction, car la vue d'ensemble était déjà bien comprise par mes deux co-auteurs.

6 Responsabilités collectives & administratives

Durant mes deux dernières années de doctorat, que j'ai principalement passées à l'IRIF, j'ai été en co-responsabilité (d'abord avec Arthur Jacquard, puis avec Alexandra Rogova) dans l'organisation du séminaire hebdomadaire de l'équipe automate. En pratique, cela veut dire trouver des intervenants, organiser leur venue, mettre en place la salle (les séminaires se font en mode hybride), et depuis mon arrivée, déposer sur un dossier partagé de l'IRIF (protégé par mot de passe) les séminaires passés de l'équipe, afin de permettre le "replay" pour les personnes qui n'étaient pas disponibles au créneau du séminaire.

Références

- [ADG08] Albert ATSERIAS, Anuj DAWAR et Martin GROHE. “Preservation under extensions on well-behaved finite structures”. In : 38.4 (2008), p. 1364-1381. DOI : 10.1137/060658709.
- [CDL23] T. COLCOMBET, G. DOUENEAU-TABOT et A. LOPEZ. “ $\mathbb{Z}$ -polyregular functions”. In : *2023 38th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS)*. Los Alamitos, CA, USA : IEEE Computer Society, juin 2023, p. 1-13. DOI : 10.1109/LICS56636.2023.10175685. URL : <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/LICS56636.2023.10175685>.
- [GJL17] Dan R. GHICA, Achim JUNG et Aliaume LOPEZ. “Diagrammatic Semantics for Digital Circuits”. In : *26th EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2017)*. Sous la dir. de Valentin GORANKO et Mads DAM. T. 82. Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs). Dagstuhl, Germany : Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2017, 24:1-24:16. ISBN : 978-3-95977-045-3. DOI : 10.4230/LIPIcs.CSL.2017.24. URL : <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2017/7671> (visité le 17/10/2022).
- [GL17] Dan R. GHICA et Aliaume LOPEZ. “A structural and nominal syntax for diagrams”. In : *Proceedings 14th International Conference on Quantum Physics and Logic, QPL 2017, Nijmegen, The Netherlands, 3-7 July 2017*. Sous la dir. de Bob COECKE et Aleks KISSINGER. T. 266. EPTCS. 2017, p. 71-83. DOI : 10.4204/EPTCS.266.4. URL : <https://doi.org/10.4204/EPTCS.266.4>.
- [Has02] Ryu HASEGAWA. “Two applications of analytic functors”. In : *Theoretical Computer Science* 272 (2002), p. 113-175. DOI : 10.1016/S0304-3975(00)00349-2. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304397500003492>.
- [JSV10] Patricia JOHANN, Alex SIMPSON et Janis VOIGTLÄNDER. “A Generic Operational Metatheory for Algebraic Effects”. In : *25th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science*. 2010, p. 209-218. DOI : 10.1109/LICS.2010.29.
- [Lop21] Aliaume LOPEZ. “Preservation Theorems Through the Lens of Topology”. In : *Proceedings of CSL’21*. T. 183. Leibniz International Proceedings in Informatics. 2021, 32:1-32:17. DOI : 10.4230/LIPIcs.CSL.2021.32.
- [Lop22] Aliaume LOPEZ. “When Locality Meets Preservation”. In : *Proceedings of the 37th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science*. LICS ’22. New York, NY, USA : Association for Computing Machinery, août 2022, p. 1-14. ISBN : 978-1-4503-9351-5. DOI : 10.1145/3531130.3532498. URL : <https://doi.org/10.1145/3531130.3532498> (visité le 17/10/2022).
- [Lop23] Aliaume LOPEZ. “Fixed Points and Noetherian Topologies”. In : *Foundations of Software Science and Computation Structures*. Sous la dir. d’Orna KUPFERMAN et Pawel SOBOCINSKI. T. 13992. Springer Nature Switzerland, 2023, p. 456-476. ISBN : 978-3-031-30829-1. DOI : 10.1007/978-3-031-30829-1_22. URL : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-30829-1_22.
- [LS18] Aliaume LOPEZ et Alex SIMPSON. “Basic Operational Preorders for Algebraic Effects in General, and for Combined Probability and Nondeterminism in Particular”. In : *27th EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2018)*. Sous la dir. de Dan GHICA et Achim JUNG. T. 119. Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs). Dagstuhl, Germany : Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2018, 29:1-29:17. ISBN : 978-3-95977-088-0. DOI : 10.4230/LIPIcs.CSL.2018.29. URL : <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2018/9696> (visité le 17/10/2022).