

CV long

Qualification en Section 27

Léo Gayral

Table des matières

1	Identité	1
2	Parcours universitaire	2
3	Expériences professionnelles	2
4	Activités d'enseignement	3
5	Activités de recherche	4
6	Liste des publications	5

1 Identité

- Nom : Gayral
- Prénom : Léo
- Courriel : leo.gayral@math.cnrs.fr ; gayral.leo@gmail.com
- Page perso : lgayral.pages.math.cnrs.fr
- Google Scholar : [W8FRBeIAAAAJ](https://scholar.google.com/citations?user=W8FRBeIAAAAJ)
- ORCID : [0009-0003-1994-7413](https://orcid.org/0009-0003-1994-7413)
- Langues : Français (natif) ; Anglais (certification C2) ; Espagnol (B2) ; Japonais (B1)
- Compétences informatiques : Markdown ; \LaTeX ; Git ; SQL ; Shell ; C ; Python (NumPy, Matplotlib, Jupyter Notebook, Pandas, Scikit-learn, TensorFlow)

2 Parcours universitaire

- 2020–2023 : Doctorat en Sciences et technologies de l’information et de la communication.
Spécialité : Mathématiques et Applications.
Titre : Complexité et robustesse des pavages avec perturbations aléatoires.
Thèse préparée à l’Institut Mathématique de Toulouse (UMR 5219), Université Toulouse III, et soutenue le 26 juin 2023. Le **manuscrit** et les **diapositives** de la soutenance sont accessibles sur ma page perso.

Composition du jury :

Mireille Bousquet-Mélou	DR CNRS	LaBRI, Bordeaux	Examinatrice
Cédric Boutillier	MCF	LPSM, Jussieu	Examinateur
Jean-René Chazottes	DR CNRS	CPhT, Polytechnique	Président, Rapporteur
Pascal Maillard	PU	IMT, Toulouse	Examinateur
Irène Marcovici	MCF	LMRS, Rouen	Examinatrice
Tom Meyerovitch	AP	BGU, Beer-Sheva, Israël	Rapporteur
Andrei Romashchenko	CR CNRS	LIRMM, Montpellier	Rapporteur
Mathieu Sablik	PU	IMT, Toulouse	Encadrant

- 2020 : Master Mathématiques de l’aléatoire, cursus Probabilités et Statistiques, Université Paris-Saclay, avec 17.18/20.
Stage : **Transition de phase dans les pavages de Penrose**, encadré par **Thomas Fernique (LIPN)** et **Mathieu Sablik (IMT)**.
- 2019 : M2 Informatique fondamentale, ENS de Lyon, avec 17.15/20.
Stage : **Complexité moyenne de jeux de potentiel aléatoires**, encadré par **Bruno Gaujal (LIG)** et **Federica Garin (GIPSA-lab)**.
- 2018 : M2 FEADÉP Préparation à l’agrégation, ENS de Lyon, avec 17.33/20.
Classé en 8^e position à l’agrégation de mathématiques en option D (informatique).
- 2016 : Licence de Mathématiques, ENS de Lyon, avec 16.64/20.

3 Expériences professionnelles

- 2020–2023 : Doctorant contractuel, Université Toulouse III, CDD.
Avenant d’enseignement (64h en première et seconde année, 32h en troisième année).
- 2015–2020 : Normalien fonctionnaire stagiaire, ENS de Lyon, CDD.

4 Activités d'enseignement

Ces activités ont été effectuées avec un avenant d'enseignement au contrat doctoral, à l'université Toulouse III. Dans tous les cas, les responsabilités incluent la surveillance des partiels et examens.

- Introduction à la théorie des probabilités (2022–2023).
Nature : TP (3×8h), en L2 de mathématiques.
Responsabilités : Correction du TP final noté.
Création intégrale des supports de TP pour une UE nouvellement créée, sans matériel antérieur à adapter, sous la forme de trois notebooks Jupyter, mis à disposition [sur ma page perso](#). Le but des TP en question était d'accompagner le CM (voire d'en introduire informellement les notions légèrement en avance), notamment vis-à-vis de la convergence d'estimateurs tels que la moyenne empirique de tirages indépendants, ou la simulation de chaînes de Markov.
- Bases de données SQL (2021–2022).
Nature : TP (3×10h), en L2 d'informatique.
Responsabilités : Correction des TP notés après chaque séance.
- Outils Mathématiques Discrètes (2021–2022).
Nature : TD (2×12h) et TP (2×6h), en L1 de mathématiques et d'informatique.
Responsabilités : Correction des TP notés après chaque séance, de courts DM optionnels entre les TD, des partiels et examens.
Commentaires : La partie informatique concerne notamment l'implémentation d'algorithmes élémentaires d'arithmétique, comme l'algorithme d'Euclide étendu pour le calcul d'inverses multiplicatifs en arithmétique modulaire.
- Colles d'intégration et de groupes (2021–2022).
Nature : Oraux (10h), en M2 de préparation à l'agrégation de mathématiques.
Responsabilités : Gestion des séances d'oraux, sur la théorie de l'intégration et la théorie des groupes, de A à Z. Sélection d'exercices pertinents, en partie issus des sujets d'Annales pour les exercices plus accessibles, et d'exercices d'[oraux X-ENS \(Cassini\)](#) pour les plus ardues, puis surveillance guidée des élèves pendant leur passage en colle.
Commentaires : J'avais par le passé donné des colles en MPSI (Lycée La Martinière Monplaisir à Lyon, en 2018–2019), et cette expérience assez similaire m'avait déjà préparé à gérer ce genre de très petits groupes, avec des sujets assez ciblés.
- Structures de données en C (2020–2021).
Nature : TP (28h), en L2 d'informatique.
Responsabilités : Correction des TP après chaque séance, et du TP final noté.
Commentaires : Un soin particulier a été apporté à la gestion de la mémoire dans ce TP, pour que les structures de données implémentées soient efficacement créées et libérées après usage, en partant de structures élémentaires (type piles/files chaînées), jusqu'à atteindre des structures plus complexes comme les arbres rouge-noir.
- Introduction aux mathématiques (2020–2021).
Nature : TD (30h), en L1 de sciences appliquées.
Responsabilités : Correction des partiels et examens.

5 Activités de recherche

J'ai toujours cherché, pendant mes études, à avoir un profil à l'interface entre mathématiques et informatique, les deux domaines ayant des aspects et des enjeux légèrement différents mais qui m'intéressent tout autant. L'aboutissement de cette philosophie est ma thèse, sur la complexité et robustesse des pavages avec perturbations aléatoires.

Ce travail s'inscrit dans une démarche interdisciplinaire, qui mêle des questions de calculabilité (généralement indécidables, classées dans la hiérarchie arithmétique) à un formalisme de dynamique symbolique (les SFT) vu sous un prisme probabiliste, mais aussi à des arguments de physique statistique (comportements chaotiques, etc.). Cette interface se reflète dans le choix des rapporteurs de mon manuscrit et des membres du jury de soutenance, qui mêle des gens issus de laboratoires de mathématiques ([Tom Meyerovitch](#)), d'informatique ([Andrei Romashchenko](#)) et de physique théorique ([Jean-René Chazottes](#)).

Le contenu de mes publications, et notamment ses aspects informatiques, sera détaillé dans la prochaine section. Outre la publication de résultats nouveaux, j'ai également donné une quinzaine d'exposés en conférences / séminaires / groupes de travail, pour diffuser mes résultats. Vis-à-vis de l'informatique, les plus pertinents à mon sens sont mes passages à [Automata 2021](#), aux journées du Groupe de Travail Calculabilités en [2021](#) et [2022](#), aux [Journées de combinatoires de Bordeaux 2022](#), et à [l'EJCIM 2021](#).

Au cours de ma thèse, j'ai également eu l'occasion de faire deux séjours à l'étranger d'un mois chacun, pour échanger plus longuement avec d'autres chercheurs. Le premier, auprès d'Anthony Quas à l'université de Victoria, au Canada, a été financé notamment via un appel à projets de mobilité internationale pour les doctorants de l'université Toulouse III, projet que j'ai donc du défendre en établissant un budget approximatif notamment. Le second était en tant que chercheur invité par Siamak Taati, à l'*American University of Beirut*, au Liban, et a permis la rédaction d'un article en collaboration (pour l'instant au stade de prépublication).

Enfin, il me semble pertinent de mentionner que j'ai également encadré un stage de fin de L3, étalé sur le second semestre d'une paire d'étudiant-es en double licence mathématiques-informatique. Le sujet était la *simulation d'un pavage de Socolar aléatoire par méthode de Monte-Carlo*. La partie mathématique théorique du stage a consisté à justifier que, de façon générale, les méthodes de Monte-Carlo permettent de simuler des chaînes de Markov dont la distribution limite est bien une mesure de Gibbs. La partie informatique pratique du stage a consisté à implémenter le [pavage de Socolar](#), dans sa variante 2D, puis à simuler un tirage aléatoire du pavage randomisé, pour conjecturer la présence de transitions de phase dans le modèle de physique statistique associé.

6 Liste des publications

Les (pré)publications ci-après correspondent aux résultats produits pendant ma thèse. Ce travail s'inscrit dans une démarche interdisciplinaire, faisant appel aux mathématiques (théorie ergodique, perturbations aléatoires, percolation), à l'informatique théorique (analyse calculable, complexité, hiérarchie arithmétique) et à leur interface (combinatoire, dynamique symbolique) pour la partie déjà publiée, ainsi qu'à des idées de physique statistique (mesures de Gibbs, chaos) pour ma prépublication la plus récente.

Les deux articles publiés se suivent assez directement, et forment au final un chapitre cohérent de mon manuscrit de thèse, tandis que la prépublication est un travail parallèle essentiellement indépendant du reste, qui forme son propre chapitre dans mon manuscrit, et que j'inclus par souci de complétude, car il forme une partie substantielle de mon travail jusqu'ici.

6.1 Revues internationales avec comité de lecture

[On the Besicovitch-Stability of Noisy Random Tilings](#), 2021
avec Mathieu Sablik. *Electronic Journal of Probability* 28 (2023). 38 pages.

Dans cet article, nous introduisons un cadre pour l'étude d'un sous-décalage de type fini (SFT) avec du bruit, permettant l'apparition d'une certaine quantité de configurations interdites. En utilisant la distance de Besicovitch, qui permet une comparaison globale des configurations, nous étudions ensuite la proximité des mesures sur les configurations bruitées par rapport au cas non bruité lorsque la quantité de bruit est égale à 0. Notre premier résultat principal est la classification complète de l'(in)stabilité dans le cas unidimensionnel. Notre deuxième résultat principal est une propriété de stabilité pour des bruits de Bernoulli pour les SFT périodiques en dimension supérieure, que nous étendons finalement à un exemple apériodique grâce à une variante du pavage de Robinson.

On y trouve déjà tout le formalisme de dynamique symbolique et les arguments combinatoires sur le pavage de Robinson, mais pas le cœur des arguments de calculabilité, qui sont concentrés dans l'article suivant.

Le travail de recherche est de réflexion en amont est le fruit d'une collaboration équitable avec mon encadrant, mais j'ai pris en charge la majorité du travail de rédaction et de publication.

[Arithmetical Hierarchy of the Besicovitch-Stability of Noisy Tilings](#), 2022
avec Mathieu Sablik. *Theory of Computing Systems* (2023). 32 pages.

Le but de cet article est d'étudier la complexité algorithmique de la stabilité de Besicovitch des sous-décalages de type fini bruités, une notion étudiée dans un article précédent. Tout d'abord, nous exhibons un pavage apériodique instable, puis nous voyons comment il peut servir de bloc de construction pour implémenter plusieurs réductions de problèmes classiques indécidables sur des machines de Turing. Il s'ensuit que la question de la stabilité des sous-décalages de type fini est indécidable, et que la borne inférieure la plus forte que nous obtenons dans la hiérarchie arithmétique est Π_2 -dure. Enfin, nous prouvons que ce problème de décision, qui nécessite de quantifier sur un ensemble indénombrable de mesures de probabilité, a une borne supérieure Π_4 .

Ce travail fait naturellement suite à l'article précédent, en étudiant les problématiques déjà soulevées sous un autre jour plus explicitement informatique.

Le travail de recherche est de réflexion en amont est le fruit d'une collaboration équitable avec mon encadrant, mais j'ai pris en charge la majorité du travail de rédaction et de publication.

6.2 Conférences internationales avec comité de lecture

[The Besicovitch-Stability of Noisy Tilings is Undecidable.](#) 2021
Article exploratoire accepté à [Automata 2021](#). 11 pages (et 3 pages en annexe).

Cet article court exploratoire est une version préliminaire de l'article précédent, produit en autonomie, et qui a donné lieu à un exposé court à Automata. En termes de contenu, il suit la même démarche que la publication précédente, mais se limite à montrer l'indécidabilité du problème (qui correspond à une borne inférieure Π_1 -dure), sans aller plus loin.

6.3 Prépublications

[Characterisation of the Set of Ground States of Uniformly Chaotic Finite-Range Lattice Models,](#)
avec Mathieu Sablik et Siamak Taati. En attente de publication. 48 pages. 2023

La dépendance chaotique en la température fait référence au phénomène de divergence des mesures de Gibbs lorsque la température approche d'une certaine valeur. Les modèles ayant un comportement chaotique à une température proche de zéro ont plusieurs états fondamentaux, dont aucun n'est stable. Nous étudions la classe des modèles uniformément chaotiques, *i.e.* ceux dans lesquels, lorsque la température descend à zéro, chaque choix de mesures de Gibbs s'accumule sur l'ensemble des états fondamentaux. Nous caractérisons les ensembles possibles d'états fondamentaux des modèles uniformément chaotiques à portée finie à homéomorphisme calculable près.

En particulier, nous montrons que l'ensemble des états fondamentaux de chaque modèle avec des interactions à portée finie et à valeurs rationnelles est compact et connexe, et appartient à la classe Π_2 de la hiérarchie arithmétique. Inversement, tout ensemble de mesures de probabilité Π_2 -calculable, compact et connexe, peut être encodé (via une injection affine calculable) comme l'ensemble des états fondamentaux d'un modèle bidimensionnel uniformément chaotique, avec des interactions à portée finie et à valeurs rationnelles.

Ici, le modèle central utilisé vient de la physique statistique, mais on retrouve l'informatique « en entrée, » dans des machines de Turing simulées par des pavages par règles locales, règles locales qui permettent à une structure combinatoire d'émerger, ce qui se répercute dans les mesures de Gibbs induites, mais aussi « en sortie, » dans la complexité (calculable) de l'ensemble des valeurs d'adhérence des trajectoires.

Le travail de recherche est de réflexion en amont est le fruit d'une collaboration équitable avec mes co-auteurs, mais j'ai pris en charge la majorité du travail de rédaction (à l'exception de la Section 4, principalement rédigée par Siamak Taati).