Audition pour les contrats post-doc A*MIDEX

Léo Gayral

28/02/2024

Structure de la Présentation

Parcours et Contexte

Travaux Publiés

Projets Potentiels

Parcours et Contexte

Parcours

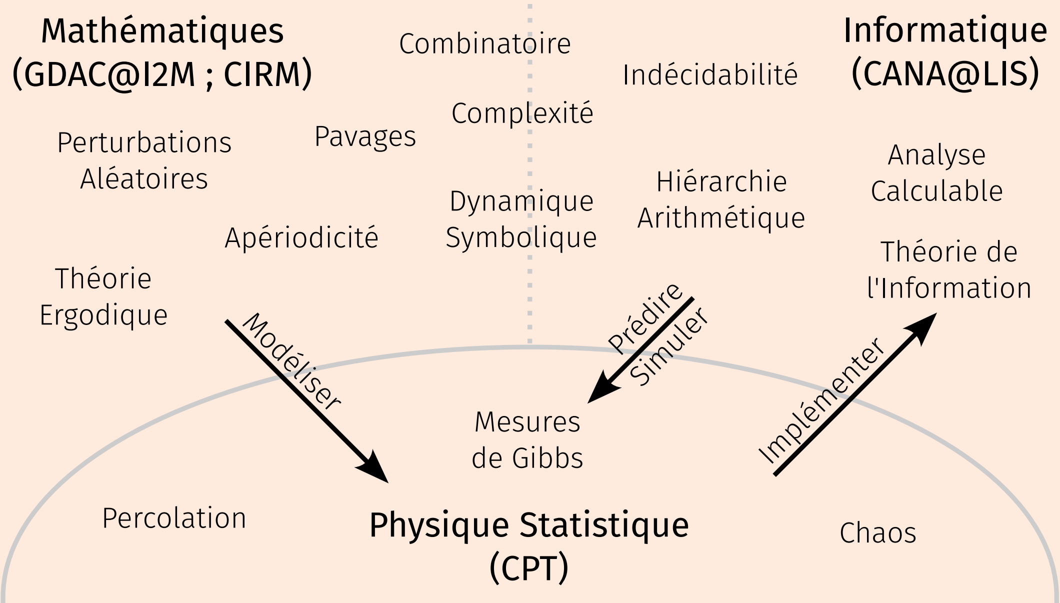
Profil mathématiques-informatique

- 2017–2018 : 8^{e} à l'agrégation de mathématiques, option D (informatique)
- 2018–2019 : M2 Informatique Fondamentale, ENS de Lyon
- 2019–2020 : M2 Mathématiques de l'Aléatoire, Orsay (Paris-Saclay)
- 2020–2023 : Doctorat de mathématiques, Université Toulouse III

Complexité et robustesse des pavages avec perturbations aléatoires

- ~~2023–2024~~ : Postdoc en Israël avec Tom Meyerovitch (annulé)
- 2024 : Qualification au corps des MCF, en sections 25 (maths) et 27 (info).

Cartographie Thématique



Pavages par Règles Locales

Figure 1 – Un pavage par règles locales correspond informellement à des pièces de puzzle qu'on peut (ou non) emboiter.

Pavages par Règles Locales (Sous-décalages de Type Fini)

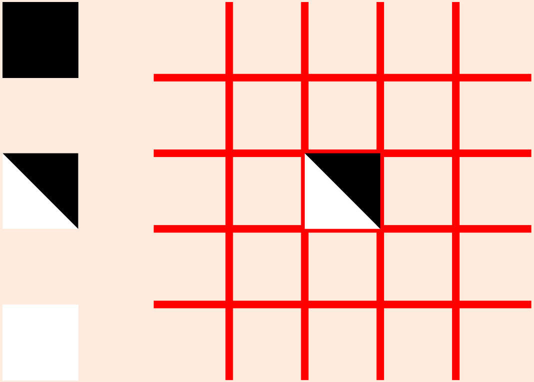


Figure 2 – Dans cet exemple,
il y a une unique façon de compléter le pavage.

Pavages par Règles Locales (Sous-décalages de Type Fini)

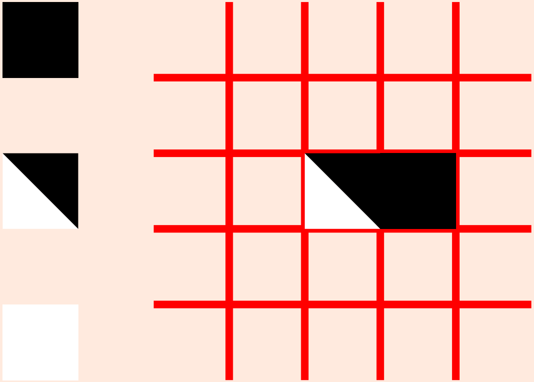


Figure 2 – Dans cet exemple,
il y a une unique façon de compléter le pavage.

Pavages par Règles Locales (Sous-décalages de Type Fini)

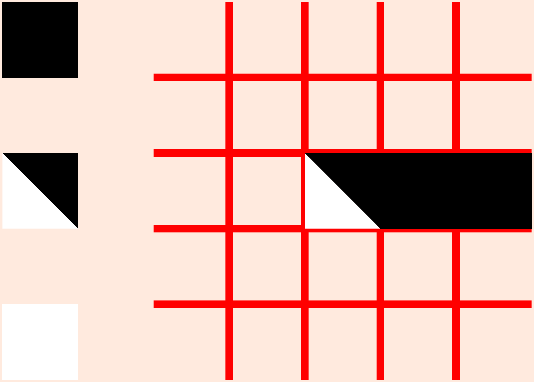


Figure 2 – Dans cet exemple,
il y a une unique façon de compléter le pavage.

Pavages par Règles Locales (Sous-décalages de Type Fini)

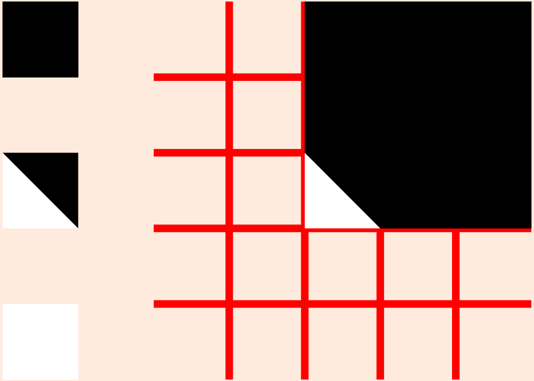


Figure 2 – Dans cet exemple,
il y a une unique façon de compléter le pavage.

Pavages par Règles Locales (Sous-décalages de Type Fini)

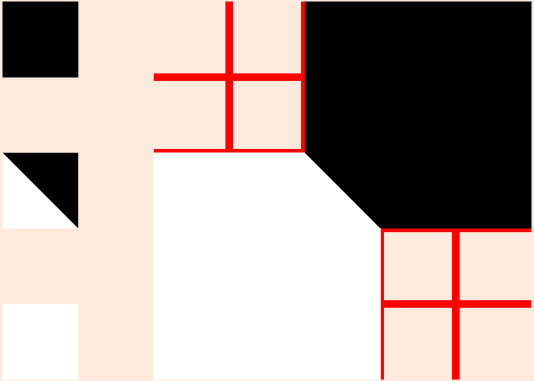


Figure 2 – Dans cet exemple,
il y a une unique façon de compléter le pavage.

Pavages par Règles Locales (Sous-décalages de Type Fini)

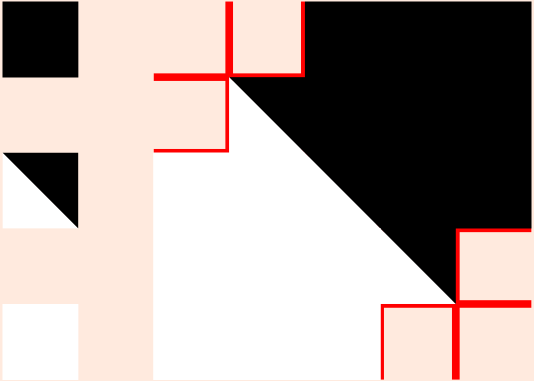


Figure 2 – Dans cet exemple,
il y a une unique façon de compléter le pavage.

Pavages par Règles Locales (Sous-décalages de Type Fini)

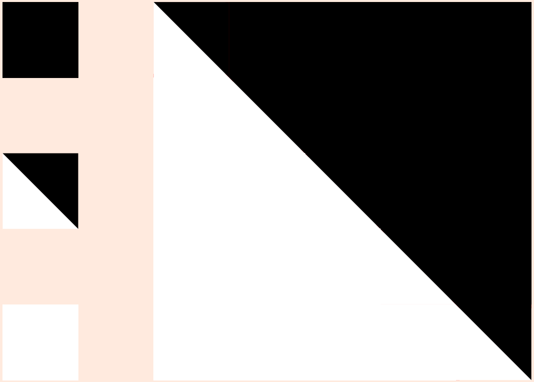


Figure 2 – Dans cet exemple,
il y a une unique façon de compléter le pavage.

Problème du Domino

Est-ce qu'un jeu de tuiles donné peut paver le plan ?

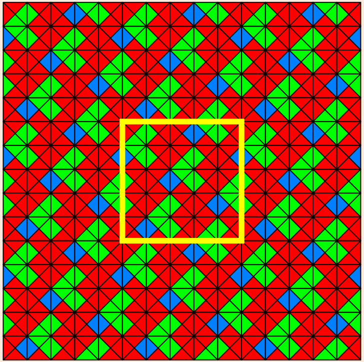


Figure 3 – Pour prouver qu'on pave le plan, il suffit d'identifier un motif périodique.

Problème du Domino

Est-ce qu'un jeu de tuiles donné peut paver le plan ?

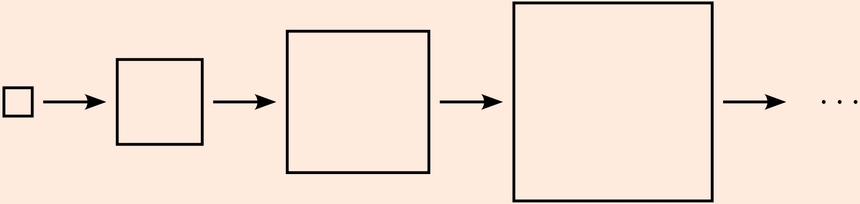


Figure 4 – Pour prouver qu'on ne pave *pas* le plan,
il suffit de trouver une fenêtre finie non pavable.

Apériodicité et Indécidabilité

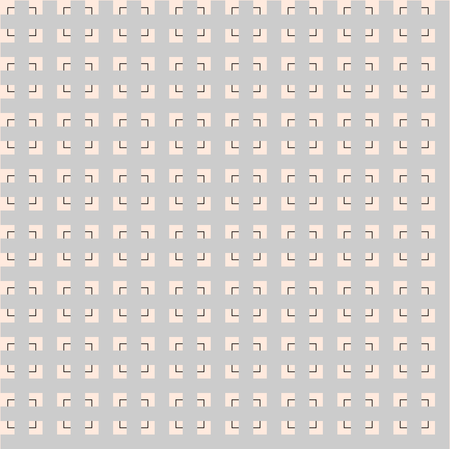


Figure 5 – Il existe des jeux de tuiles, comme celui de Robinson, induisant des structures apériodiques.

Apériodicité et Indécidabilité

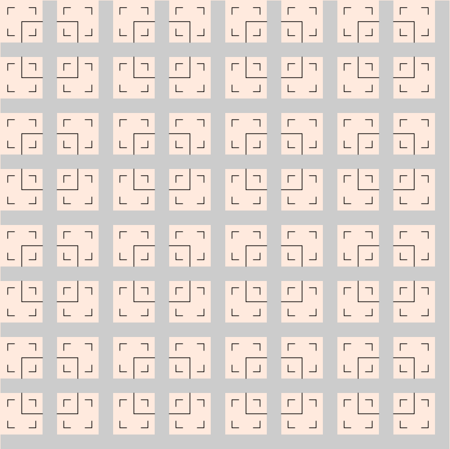


Figure 5 – Il existe des jeux de tuiles, comme celui de Robinson, induisant des structures apériodiques.

Apériodicité et Indécidabilité

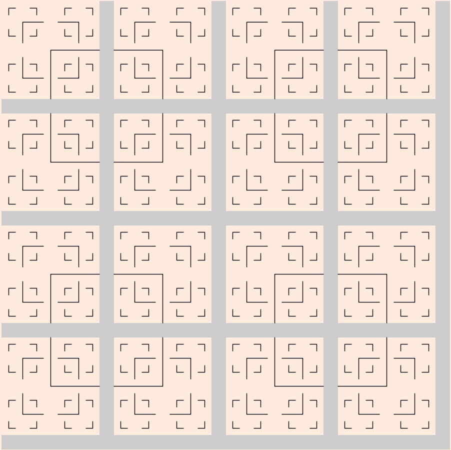


Figure 5 – Il existe des jeux de tuiles, comme celui de Robinson, induisant des structures apériodiques.

Apériodicité et Indécidabilité

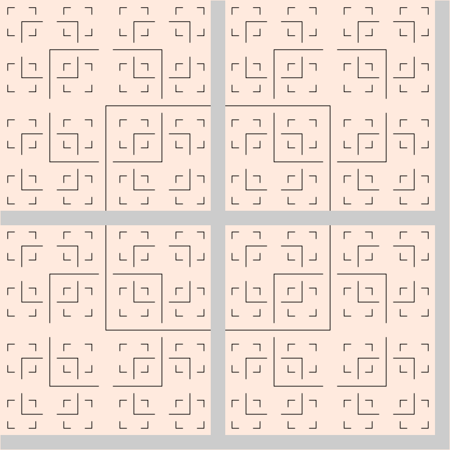


Figure 5 – Il existe des jeux de tuiles, comme celui de Robinson, induisant des structures apériodiques.

Apériodicité et Indécidabilité

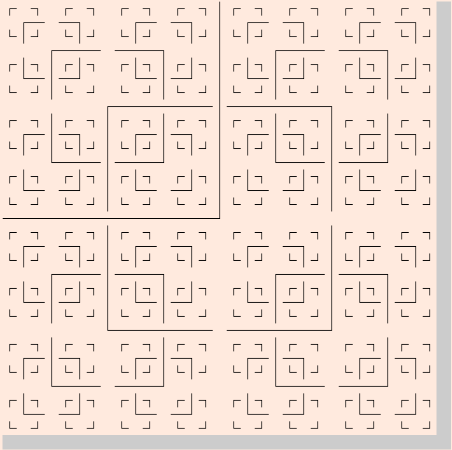


Figure 5 – Il existe des jeux de tuiles, comme celui de Robinson, induisant des structures apériodiques.

Apériodicité et Indécidabilité

On peut simuler des ordinateurs (des « machines de Turing ») dans cette structure, et donc réduire des problèmes de pavages à des questions indécidables classiques, comme le problème de l’arrêt (*Est-ce que le calcul termine ?*).

Travaux Publiés

Pavages Perturbés

Deux notions étudiées :

- Échelle mésoscopique
- Bruit de Bernoulli
- Indépendant
- Théorie de l'information

- Échelle microscopique
- Mesures de Gibbs
- Induit par un potentiel d'interactions locales
- Physique statistique

Quelles conséquences sur la structure macroscopique ?

Stabilité (dans la topologie de Besicovitch) [GS23a ; GS23b]

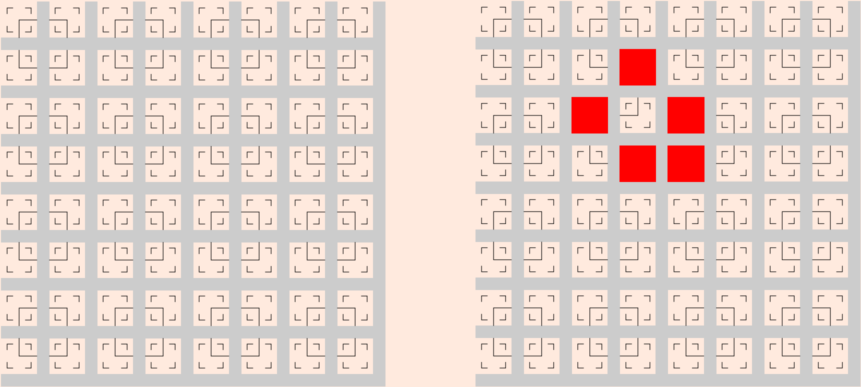


Figure 6 – Un pavage bruité (à droite) majoritairement constitué de « macro-tuiles, » qui s'alignent sur la même grille que dans le cas sans erreurs (à gauche)

Il est indécidable de savoir si un jeu de tuiles induit un pavage stable, mais à quel point ?

Comportements Chaotiques

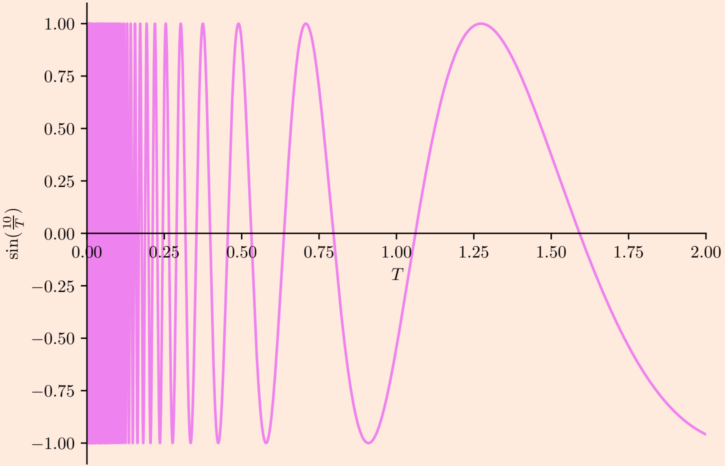


Figure 7 – Le comportement de la fonction est *chaotique* en $T \to 0$.

Comportements Chaotiques

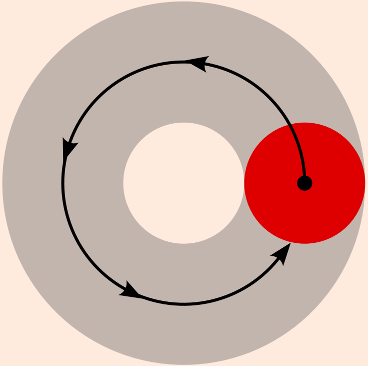


Figure 8 – La « forme limite » du disque en rotation est un tore.

Chaos et Complexité de l'Ensemble Limite [GST23]

Plutôt qu'un point ou un disque, j'étudie l'ensemble des pavages perturbés, lorsque la température (l'intensité des perturbations) tend vers 0.

Le comportement des systèmes est-il chaotique ?

Que peut-on dire sur la complexité de l'ensemble limite ?

Chaos et Complexité de l'Ensemble Limite [GST23]

Plutôt qu'un point ou un disque, j'étudie l'ensemble des pavages perturbés, lorsque la température (l'intensité des perturbations) tend vers 0.

Le comportement des systèmes est-il chaotique ?

Que peut-on dire sur la complexité de l'ensemble limite ?

Sous hypothèse d'uniformité (informellement, le diamètre du disque tend vers 0), j'ai obtenu un résultat de réalisation optimal pour les ensembles Π_2-calculables.

Peut-on avoir un résultat de réalisation dans le cas général,
où la borne sur la complexité devient Π_3 ?

Projets Potentiels

Stabilité de la Structure Apériodique

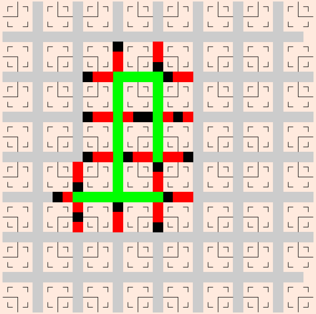


Figure 9 – En présence d'erreurs (cellules noires), à grande échelle dans la grille, il n'y a plus de structure globale, que des composantes finies (vert).

Peut-on trouver des pavages dont la structure est préservée, ou au moins réparable ?

Peut-on quantifier à quel point une structure est réparable, avec une topologie adaptée ?

Contacts : Pierre Guillon et Guillaume Theyssier (GDAC)

Stabilité des Structures sur d'Autres Groupes

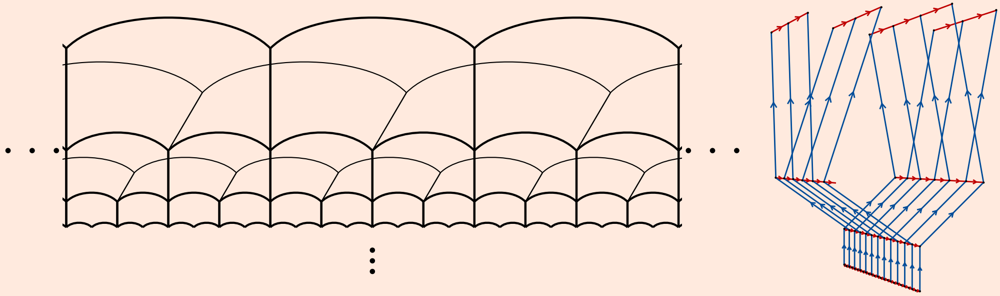


Figure 10 – Structure du groupe de Baumslag-Solitar $BS(1,2)$.

Il existe des pavages apériodiques pour ce groupe.

Sont-ils stables ?

Contacts : Étienne Moutot, Solène Esnay, Thierry Coulbois (GDAC)

Pavage de Penrose et par Dimères

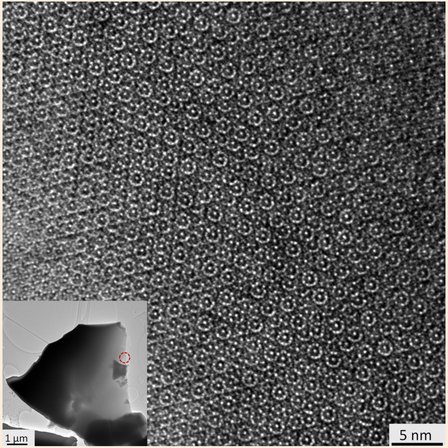


Figure 11 – Image d'un quasi-cristal réalisée par microscopie électronique, présentant une symétrie d'ordre 10.

Pavage de Penrose et par Dimères

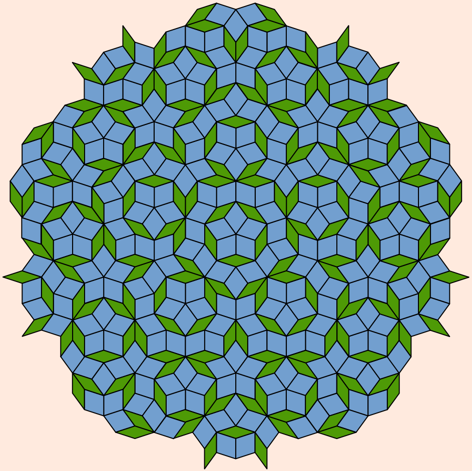


Figure 12 – Le pavage de Penrose, avec sa symétrie d'ordre 5,
est un bon candidat pour modéliser une structure quasi-cristalline.

Pavage de Penrose et par Dimères

On peut générer Penrose avec des règles locales,
et donc définir un modèle thermodynamique de pavages perturbés.

A-t-on un résultat de stabilité de la structure à basse température ?

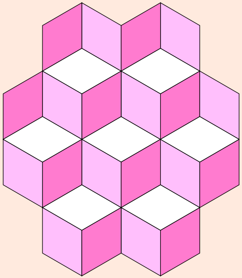


Figure 13 – Le pavage par dimères sur cette figure, induit par des règles locales, est stable lorsque la température tend vers 0.

Contacts : Nicolas Bédaride, Pascal Hubert et Julien Cassaigne (GDAC), Sylvain Sené (CANA)

Bibliographie

[GS23a] Léo GAYRAL et Mathieu SABLIK. ***On the Besicovitch-Stability of Noisy Random Tilings.*** In : *Electronic Journal of Probability* 28 (2023), p. 1-38. 10.1214/23-EJP917.

[GS23b] Léo GAYRAL et Mathieu SABLIK. ***Arithmetical Hierarchy of the Besicovitch-Stability of Noisy Tilings.*** In : *Theory of Computing Systems* (2023). 10.1007/s00224-023-10142-y.

[GST23] Léo GAYRAL, Mathieu SABLIK et Siamak TAATI. ***Characterisation of the Set of Ground States of Uniformly Chaotic Finite-Range Lattice Models.*** 2023. arXiv:2302.07326.

Applications Appliquées à des Vraies Questions Importantes

Figure 14 – Pavage à déguster,
réalisé pour la conférence Complexité des Systèmes Dynamiques Simples au CIRM.

THE END OF PRESENTATION

ONE MORE SLIDE:

Thank you.