



HAL
open science

Les aventures dans le monde des mathématiques

Constanza Rojas-Molina, Hakim Boumaza, Xiaolin Zeng, Fiammetta Ghedini,
Maddalena Carrai

► **To cite this version:**

Constanza Rojas-Molina, Hakim Boumaza, Xiaolin Zeng, Fiammetta Ghedini, Maddalena Carrai. Les aventures dans le monde des mathématiques. 2023. hal-04856374

HAL Id: hal-04856374

<https://hal.science/hal-04856374v1>

Submitted on 26 Dec 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les aventures

dans le monde
des mathématiques

Ψ \in \mathcal{H}



Le projet ANR RAW

Le projet ANR RAW "Random Schrödinger Operators Arising in the study of Random Walks" (opérateurs de Schrödinger aléatoires en relation avec des marches aléatoires) est né des diverses collaborations entre Coni, Hakim et Xiaolin. Tous trois nous intéressons à l'étude de la propagation des électrons dans des matériaux qui présentent des impuretés, en particulier dans les cas où les impuretés empêchent les électrons de se propager, phénomène que l'on appelle la localisation d'Anderson, nommée en l'honneur du physicien qui a découvert ce phénomène. Ce que les physiciens étudient en physique du solide, nous l'étudions ici du point de vue purement mathématique, en examinant un modèle que l'on appelle le modèle d'Anderson.

Dans ce projet, nous nous intéressons plus particulièrement à l'étude de trois modèles différents d'opérateurs aléatoires qui apparaissent dans l'étude de domaines différents. Il s'agit de trois variantes du modèle d'Anderson que l'on utilise pour étudier le transport des électrons dans des matériaux contenant des impuretés : un modèle avec des corrélations qui apparaît dans l'étude des marches aléatoires renforcées, un modèle aléatoire unitaire souvent utilisé en informatique quantique, et un modèle fractionnaire qui apparaît lorsque l'on étudie la propagation dans des réseaux très connectés. On sait donc que ce modèle apparaît dans plusieurs domaines différents, et nous nous demandons si dans tous ces contextes, son comportement serait similaire.

Dans ce projet, nous avons interagi avec des collaborateurs du monde entier et avons organisé des écoles d'été pour de jeunes chercheurs qui effectuent leur master ou leur doctorat et s'intéressent à l'étude de ces modèles.



Personnages



Costanza Rojas-Molina

Constanza Rojas-Molina (Coni) a fait des études de mathématiques au Chili, son pays d'origine, avant de poursuivre un master et à Paris et une thèse à Cergy. Elle a travaillé en tant que chercheuse et enseignante à l'étranger avant de revenir en France en 2019 en tant qu'enseignante-chercheuse à CY Cergy Paris Université. Elle est passionnée par les mathématiques, la physique, l'enseignement, l'illustration et la bande dessinée, et elle s'efforce de rendre la science accessible à tous et toutes.

Hakim Boumaza

Hakim Boumaza a grandi en Alsace, où il a effectué l'ensemble de ses études jusqu'au baccalauréat, avant de partir à Paris pour poursuivre ses études supérieures. Après une classe préparatoire, il a étudié au Magistère de Mathématiques d'Orsay, puis a effectué sa thèse de doctorat à l'Université Denis Diderot à Paris, qu'il a soutenue en 2007. Ensuite, il s'est envolé pour le Japon pour deux années de post-doctorat à Tokyo, avant de revenir à l'Université Paris 13, où il est Maître de Conférences depuis 2009. Il est Habilité à Diriger des Recherches depuis cette année-là.



Xiaolin Zeng

Xiaolin Zeng a effectué ses études jusqu'au baccalauréat en Chine, puis est venu en France pour une classe préparatoire, cursus qu'il a poursuivi jusqu'à l'obtention d'une thèse. Après avoir passé 2 ans en tant que post-doctorant à Tel Aviv, il est maintenant enseignant-chercheur à Strasbourg. En plus de ses responsabilités à l'université, il s'investit également beaucoup dans la vulgarisation des mathématiques auprès des jeunes.

Il était une fois l'encyclopédie des stéréotypes, un immense livre qui regroupait toutes sortes de théories étranges sur les gens.

ENCYCLOPÉDIE DES STÉRÉOTYPES



Mathématicien

Persone qui fait de la recherche et/ou de l'enseignement en mathématiques.

mathématique
adjectif
(latin mathematicus, du grec mathēmatikos, de mathēma, science)

1. Relatif aux mathématiques.
2. Qui exclut toute incertitude, toute inexactitude : Précision mathématique.



À la lettre M, nous trouvons le Mathématicien, qui possède des caractéristiques bien définies selon les éminents experts des préjugés. Ci-dessous, sont énumérées les principales caractéristiques du Mathematicus Sapiens.



Exemplaire mâle,
caucasien, avec
des lunettes
incroyablement
grandes et
épaisses pour
pallier sa quasi
absence de vision
en dehors de
soi-même.

Enfant surdoué,
il a appris les
mathématiques
quand il était
bébé.

Il n'a pas de
temps pour
d'autres
activités que sa
propre
recherche.

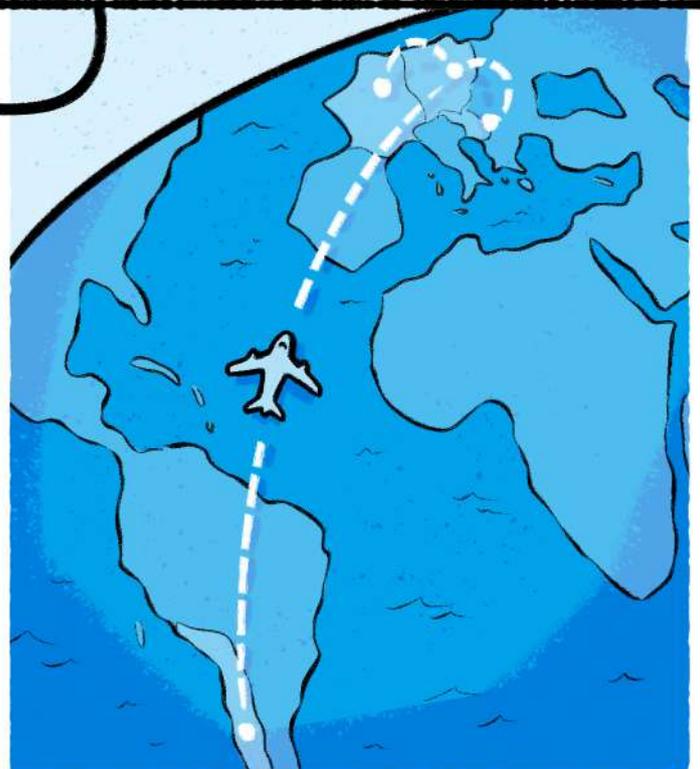
Il travaille en
solitaire et
n'aime pas
collaborer avec
d'autres
exemplaires de
mathématiciens.

Ce sont des
caractéristiques très
intéressantes, mais
tout cela est...



Bonjour !
Je m'appelle Constanza
Rojas-Molina et je suis
mathématicienne, mais aussi
illustratrice, blogueuse et professeure !

Je suis chilienne, mais pour mon
travail, j'ai voyagé partout. J'ai
habité en Slovénie, en Allemagne,
en France, et maintenant, je vis à
Paris !





Je travaille sur un projet magnifique, mais je ne suis pas seule à le faire ! Voici mes compagnons d'aventure, c'est-à-dire les autres membres de notre équipe !

Lui, c'est Xiaolin Zeng. Il s'intéresse aux mathématiques depuis son enfance. Il a grandi en Chine, étudié en France et travaillé en Israël. Aujourd'hui, il habite à Strasbourg.



Et voici Hakim Boumaza, il est un Papathématicien, c'est-à-dire un papa et un mathématicien, et il est toujours très occupé !



Ensemble, nous formons l'équipe des merveilles mathématiques du project RAW.



En ce moment, nous sommes en train de travailler sur les opérateurs de Schrödinger aléatoires ...

ANR-RAV

Opérateurs de Schrödinger en relation avec des n

et voici ce qu'on fait !



Nous trois, on s'intéresse aux mathématiques

LA LOCALISATION D'ANDERSON

1



- BONJOUR !

P.W. ANDERSON
en 1958 étudie le transport
d'électrons dans des
matériaux contenant des
impuretés :

ELECTRON
😊

COURANTE
(flux d'électrons)

MATERIEL
CONDUCTEUR

ISOLANT

MATERIEL AVEC
IMPURETÉS

LES MATERIAUX
DEVIENNENT

QU'EST-CE QUI
SE PASSE DANS
CE CAS ?

Anderson a remporté le
prix Nobel pour cette
découverte en 1977 !

un électron
"onde quantique"
propage à



ger aléatoires
marches aléatoires

se propage sur une
"tique" qui se
travers les matériaux.

2

(On peut représenter
un électron comme
une onde dans le
monde quantique
grâce au principe
d'incertitude de
Heisenberg).

PLUS PROBABLE QUE
JE SOIS LA!

L'onde, en fait, est
une DENSITÉ DE
PROBABILITÉS!

IMPURETÉ

l'électron peut rester piégé
dans les matériaux dans le
cas de la
LOCALISATION D'ANDERSON!

et on a besoin de
disciplines
différentes pour
l'étudier!

et comment on représente tout ça
dans un modèle mathématique?

3

L'onde qui "habite" dans est un objet mathématique
L'ESPACE de HILBERT:

$\Psi \in \mathcal{H}$ → HILBERT
L'ONDE APPARTIENT À

Les changements de cette onde sont décrits
dans l'équation de Schrödinger:

$$\Psi(x,t) = e^{-i\hbar t} \Psi_0$$

(CELUI DU CHAT!)

Nous on étudie les interactions
des électrons avec les impuretés des
matériaux d'un point de vue
mathématique, avec toutes les
possibles VARIATIONS!

(en particulier 3 MODÈLES)

Ce problème est
très riche ...



On sait très bien que cela paraît compliqué, et effectivement les mathématiques peuvent paraître ardues, mais cela ne doit pas vous décourager.

Au contraire !

Les mathématiques sont comme un monde à explorer, fait de sentiers plus ou moins tracés et d'énigmes disparates. C'est comme un monde fantastique !

Il y a des villages très fréquentés, qui sont comme les outils mathématiques principaux que tout le monde connaît.



Chaque château représente un grand théorème mathématique...



Entre les villages et les châteaux, il y a des forêts et des routes moins fréquentées.



Le rôle des mathématiciennes et des mathématiciens est de construire de nouveaux outils pour les traverser.



... pour pouvoir explorer tous ces territoires merveilleux.





Méthodes pour opérateurs en dimension 2



Gestion de projets



Dessin



Méthodes pour marches aléatoires



Enseignement



Jeux mathématiques



Méthodes pour opérateurs en dimension 1



Habilitation à diriger des thèses



Equilibre famille /travail

Nous sommes comme de petits personnages dans un monde immense, avec nos spécialités et nos idiosyncrasies.

En tant que mathématiciennes et mathématiciens, nous devons explorer ces territoires, même les plus inaccessibles.



Découvrir de nouveaux mondes et créer de nouvelles routes à parcourir.



Et surtout, échanger entre nous pour comprendre les meilleurs chemins à suivre ou en créer de nouveaux afin de voyager d'un point à l'autre...









Concept : Constanza Rojas-Molina,
Hakim Boumaza, Xiaolin Zeng

Illustrations : Maddalena Carrai

Production : Fiammetta Ghedini
pour RIVA Illustrations



H_ω

ψ_t

Ψ_t

Pour en savoir plus

<https://sites.google.com/view/anr-jcjc-raw/home>

