

Raoul Santachiara
Nationality : Italian
born in Mantova (Italy) the 11/27/1975

Formation :

- Mar. 2016 : Habilitation à diriger de recherche de l'Université de Paris-Sud.
Nov. 2003 : Doctorat de physique théorique de l'Université de Paris VI.
Directeur : Vl. Dotsenko
Juin 2000 : DEA de physique théorique de l'Université de Paris VI,
mention : Bien (3^{ème} classé).
Mars 1999 : *Laurea* de physique de l'Université de Pavie, 110/110 *cum laude*.
Directeur : A. Rigamonti.
1993 - 1998 : Élève du *Collegio Ghislieri* de Pavie.

Carrière académique :

- 2022-Présent : Promu au qualité de DR2 (Directeur de recherche)
2012-2022 : Promu au qualité de CR1 (Chargé de recherche première classe)
2008-2012 : Recruté au CNRS en qualité de CR2. Affectation au LPTMS, Orsay.
2006-2008 : stage post-doctoral ANR-CNRS, LPT-ENS, Paris.
2005-2006 : stage post-doctoral CNRS, Laboratoire de Physique Théorique
Université de Strasbourg.
2003-2005 : stage post-doctoral, Instituut voor Theoretische Fysica
Université de Amsterdam.
2000 - 2003 : étudiant en thèse, LPTHE
Université de Paris VI.

Rapporteur :

Europhysics Letters(European Physical Society, Genève, Suisse), Journal of Statistical Mechanics (JSTAT) (Bristol, Angleterre),Journal of High Energy Physics (SISSA), Physical Review (New York, USA), Nuclear Physics B (Springer),Physics Letters A (Springer),New Journal of Physics (Institute of Physics),SciPost (Amsterdam)

Enseignement

- 2023-présent : Cour magistrale de Mécanique du point à l'école d'ingeneurs IPSA-Ivry, 90 heures/an.
- 2019-2023 : Travaux dirigés pour les cours de Mécanique quantique et statistique, Centrale Supelec, 15heures/an.

Avant 2021 :Tutorat de mathématique, ESPCI, 12 heures/an (2017-2018), cours magistral de Thermodynamique à l'École d'Ingénieurs BTP de CESI Nanterre(2014-2016)

Organisation de conférences et écoles

- 2025, Programme à l'Institut Pascal (Saclay) :
Algebraic, topological and probabilistic approach to Conformal Field Theory
- 2021, Programme à l'Institut Pascal (Saclay) :
BOOTSTAT : conformal bootstrap and statistical models
- 2019, Ecole à l'institut Poincaré (Paris) :
Lectures on Statistical ad condensed matter Field Theory

Avant 2021 : Conférence à l'institut Poincaré (Paris)*Random Geometry and Physics*(2016), Research In Paris (RIP) program, institute Poincaré, *AGT in Minimal Conformal Field Theories and in Integrable Statistical Mechanics* (2016), Conférence à l'institut Lebedev (Moscou), *Random Geometry and Physics*(2014), Conférence à l'institut Poncelet (Moscou),*Random processes, Conformal field theory and Integrable systems* (2011), 15-th Itzykson meeting, IPHT Saclay, *New trends in quantum integrability*(2010)

Invitations aux écoles et conférences

- Septembre 2024, Cologne (Institut de mathématique)
Long range phenomena in percolation
- Janvier 2024, Les Diablerets (Swiss Map research center)
Conformal Field Theory 3 ways : integrable, probabilistic and supersymmetric
- Septembre 2022, Agay les roches rouges (France) :
Probability and Conformal Field Theory

Avnt 2021, invité comme orateur principal à **16** conférences internationales.

Cours

- Avr 2024, Losanne, Mathematical Department :
Coulomb gas approach

Avant 2021 : Les Andes Theoretical Physics School (Bogota), *Beyond Topological Order* (2018), Institut d'Études Scientifiques (Cargese), *Exact methods in low dimensional statistical physics* (2017), LPTMS (Orsay), *Introduction to conformal field theory* (2015).

Commissions de pilotage et comité de conseils scientifique

- 2025-présent : Directeur de la Federation Friedel Jacquinot (Paris-Saclay)
- 2024 : Membre d'une commission pour le recrutement d'un MCF à l'Université Marie et Pierre Curie
- 2022-2024 : Membre du conseil de la Federation Friedel Jacquinot (Paris-Saclay)

Avant 2021 : Rapporteur pour la Prime d'Investissement Unique (PIU) de Sorbonne Université (2018-2021), Rapporteur pour la "Rustaveli Foundation" de l'academie de Science de Georgie (2012-2014), Membre d'une commission pour le recrutement d'un MCF à l'Université Marie et Pierre Curie (2010)

Rapporteur aux jurys de thèse :

Rongoram Ninesviva (IPHT-Saclay), *Solution de théories conformes à deux dimensions par la méthode de bootstrap*, **Noel Lamsen** (SISSA), *Exact results for critical systems with and without quenched disorder*, **Julien Roussillon** (Univ. Tours), *Fonctions de Painlevé et blocs conformes irréguliers*, **Santiago Migliaccio** (IPHT-Saclay), *Conformal bootstrap in two-dimensional conformal field theories with non-diagonal spectrums*, **Alessio Squarcini** (SISSA), *boundary effects in near-critical systems of equilibrium statistical mechanics*, **Andrea De Luca** (SISSA), *A journey into localization, integrability and thermalization*, **Jacopo Viti** (SISSA), *Universal properties of two-dimensional percolation*, **Benoit Estienne** (LPTHE), *Universal properties of two-dimensional percolation*

Animation scientifiques comme responsable principal :

Journées "portes ouvertes" LPTMS (2020-présent), Journées LPTMS-IPHT (2023), séminaires LPTMS (2009-2011, 2016-2017), séminaires de physique theorique de Paris-Sud (2009-2001)

Stagiaires et Post-docs :

Dans la periode 2021-2025 J'ai encadré à 100% le mémoire de stage de **4** étudiants du Master ICFP de Paris, dont 3 étudiants de Master 1 et 1 de Master 2. J'ai co-encadré le travail de **1** postdocs.

- Filiberto Aires (2021, Natal) :

Nous avons démarré un projet pour calculer l'intrication quantique d'intervalles disjoints à l'aide de l'approche bootstrap.

Doctorants :

J'ai dirigé la thèse de **Nina Javerzat** (2018-2021), j'ai co-dirigé (50%) la thèse de **Sebastian Grijalva** (2018-2021), et je codirige (50%) la thèse de **Romain Usciati** (2023-). J'ai participé aux 50% de travail de thèse de **Francesco Chippari** (LPTHE), suivi en thèse par Marco Picco.

- Nina Javerzat, Post-doc (Liph Grenoble), encadrement 100% :

Nina a soutenu la thèse sous ma direction en Octobre 2020, en obtenant les félicitations du jury. Son projet de thèse portait initialement sur l'application de l'approche numérique de bootstrap conforme aux modèles désordonnés. Nous avons mis en évidence les singularités qui apparaissent en calculant les blocs conformes à l'aide de la récursion de Zamolodchikov. Nous avons montré comment on peut tenir compte de ces singularités. Nous avons ensuite étudié les effets de la topologie sur les amas de Potts sur l'ensemble de niveau des surfaces aléatoires avec coefficient de Hurst négatif. Les résultats de ces travaux ont abouti à quatre publications [[jsf18](#), [ips19two](#), [javerzat2019fourpoint](#), [Javerzat_2020](#)] [[6](#), [7](#), [9](#)].

- Sebastian Grijalva, Quantum Software Engineer at station Q, encadrement 50% :

La thèse de Sebastian a commencé en 2018 sous la direction de Véronique Terras et moi. En collaboration avec Nina Javerzat et Alberto Rosso, nous avons étudié une modèle de percolation avec corrélation qui a abouti à la publication [[Javerzat_2020](#)] [[9](#)]. Actuellement Sebastien a été recruté dans la station Q Microsoft (Santa Barbara, USA), pour développer un ordinateur quantique basé sur les états topologiques.

- Francesco Chippari, Enseignant IPSA-Ivry.

La thèse de Francesco (2022-2024), sous la direction de Marco Picco, porte sur deux axes des recherche : l'étude de propriétés de non équilibre des modèles de Potts, et l'étude des propriétés critiques des systèmes désordonnés (à longue portée). C'est sur cette deuxième projet, que j'ai élaboré avec Marco, qu'on a encadré Francesco. En particulier je me suis occupé de le former sur l'approche analytique aux problèmes, groupe de renormalisation et théories conformes

- Romain Usciati, Doctorant LPTMS, encadrement 50%.

La thèse de Romain a démarré en octobre 2023. Cette thèse, sous la direction de moi et de Colin Guillarmou (IMO, Paris-Saclay), est financée par la **CNRS prime 80**. La thèse porte sur la construction probabiliste d'une théorie conforme non-compacte à $c \leq 1$. Un premier résultat a abouti à la publication [[Cao_2023](#)] [[11](#)].

1 Brief résumé des résultats de recherche 2021-2025

Phénomènes critiques et physique statistique

Fractales aléatoires conformes	Collaborateurs
Fractales dans des théories conformes étendues Picco_2022 , fukusumi2020spin [1, 2]	Y. Fukusumi (NTU), M. Picco (LPTHE)
Effet du désordre à longue portée LRD_magn , LRD_th_RG , LRD_num [3-5]	F. Chippari (LPTHE), I. Lecce (LPENS), M. Picco (LPTHE)
Amas de Potts et solutions de bootstrap non-unitaires jps19two , javerzat2019fourpoint [6, 7]	J. M. Picco (LPTHE), N. Javerzat (Liphy)
Propriétés de percolation des surfaces aléatoires cao2020level , Javerzat_2020 [8, 9]	X. Cao (LPENS), A. Rosso (LPTMS), N. Javerzat (Liphy)

Développement des théories conformes des champs

CFT correlations	Collaborateurs
Theories conformes non-compactes à $c = 1$ Gavrylenko_2019 [10]	P. Gavrilenko (SISSA)
Continuation analytique de la théorie de Liouville Cao_2023 [11]	X. Cao (LPENS), R. Usciati (LPTMS)
Conformal blocks in higher genus Ares_2021 [12]	O. F. Ares (SISSA), J. Viti (Natal)

Mon travail de recherche a abordé les problèmes suivants :

- Axe A : Description des phases critiques par des objets géométriques de nature fractale.
[Javerzat_2020](#), [cao2020level](#)
En [\[8, 9\]](#), nous avons étudié la transition de percolation des ensembles de niveau (*excursion set*) de surfaces aléatoires. Nous avons montré que l'ensemble de niveau de surfaces avec un exposant de Hurst négatif forme des fractales conformes décrites par une nouvelle CFT, dont la solution bootstrap reste inconnue. Nous avons aussi découvert et caractérisé une nouvelle transition de percolation pour le champ libre Gaussien en dimension $d = 2$. Nous avons étudié les régions connexes où le champ libre Gaussien prend des valeurs positives. Nous avons déterminé que ces régions ont une dimension fractale $D_f = 2$ mais avec un exposant logarithmique de correction $\beta = 1/2$.
[Picco_2022](#)
En [\[1\]](#), nous avons étudié une autre famille de fractales conformes, celle des amas de spins dans les modèles de Ising et de Potts à 3 états. Le comportement critique des amas de spin d'Ising est mieux compris : au fait plusieurs arguments portent à penser que la CFT qui décrivent leurs propriétés soit strictement liée à la solution bootstrap trouvée pour le modèle $O(1)$ dilué. Nos résultats confirment ce scénario. La géométrie des amas de Potts à 3 états, en revanche, est beaucoup moins comprise. Nous avons mis en évidence l'existence d'une théorie, à charge centrale plus petite que un, qui doit décrire ces fractales.
[fukusumi2020spin](#)
En [\[2\]](#), nous avons considéré le problème des interfaces de spin dans des modèles parafermioniques où les symétries discrètes, qui s'ajoutent à celle de Virasoro, jouent un rôle crucial. En particulier, nous avons déterminé, pour la première fois, une solution exacte et nouvelle pour la probabilité qu'un cluster de spin forme un pont entre les bords opposés d'un rectangle. Ce résultat est basé sur certaines hypothèses concernant la manière de généraliser l'approche SLE pour des théories algèbre étendue et sur le calcul des solutions de systèmes Fuchsien de Knizhnik-Zamolodchikov. Nos résultats ont été comparés aux mesures Monte Carlo.
- Axe B : Comportements critiques des modèles des spins avec couplages aléatoires.
[LRD_num](#), [LRD_th_RG](#), [LRD_magn](#)
En [\[3-5\]](#), nous avons étudié le modèle de Potts dont les couplages entre spins ont des fluctuations aléatoires et corrélées à longue portée. Nous avons déterminé, à l'aide de simulations Monte Carlo et par des calculs de groupe de renormalisation, le diagramme de phase de ce modèle. En particulier, nous avons été les premiers à comprendre, grâce à des prédictions théoriques exactes, la validité de la conjecture de Weinrib-Halperin ainsi que le rôle des cumulants d'ordre supérieur à deux de la distribution des couplages.
- Axe C : Théories non compactes à charge centrale $c \leq 1$
[Gavrylenko_2019](#)
Dans [\[10\]](#), nous avons mis à point une approche qui permet une classification rigoureuse des CFTs $c = 1$. L'idée nouvelle est d'utiliser le fait que les fonctions de blocs conformes $c = 1$ peuvent être exprimées en termes de solutions d'une équation de Painlevé de type 6.

L'intégrale de chemin de la théorie de Liouville n'est bien comprise que lorsque la charge centrale est supérieure ou égale à 25. En ^{Cao, 2023}[\[11\]](#), nous avons d'abord régularisée la théorie de Liouville en considérant le champ de Liouville défini sur un espace discret, par exemple un réseau de points. Nous avons ensuite étudié le prolongement analytique de l'intégrale de chemin pour des valeurs générales de la charge centrale. Nous avons montré que l'on peut prolonger analytiquement la théorie en considérant des nouveaux cycles d'intégration impliquant des configurations de champs complexes. Nos intégrales de chemins fournissent la première description probabiliste de la solution bootstrap de Liouville pour des valeurs de charge centrale proches de l'intervalle $-\infty \leq c \leq 1$.

Références

- | | |
|------------------------------|--|
| Picco_2022 | [1] M. Picco, R. Santachiara (2022)
<i>On the CFT describing the spin clusters in 2d Potts model</i> |
| i2020spin | [2] Y. Fukusumi, M. Picco, R. Santachiara (2020)
<i>Spin interfaces and crossing probabilities of spin clusters in parafermionic models</i> |
| LRD_magn | [3] I. Lecce, M. Picco, R. Santachiara (2024)
<i>Magnetic exponent for the long-range bond-disordered Potts model</i> |
| LRD_th_RG | [4] F. Chippari, M. Picco, R. Santachiara (2023)
<i>Two-dimensional Ising and Potts model with long-range bond disorder : A renormalization group approach</i> |
| LRD_num | [5] F. Chippari, M. Picco, R. Santachiara (2023)
<i>Long-range quenched bond disorder in the bidimensional Potts model</i> |
| jps19two | [6] N. Javerzat, M. Picco, R. Santachiara (2019)
<i>Two-point connectivity of two-dimensional critical Q- Potts random clusters on the torus</i> |
| fourpoint | [7] N. Javerzat, M. Picco, R. Santachiara (2019)
<i>Three- and four-point connectivities of two-dimensional critical Q- Potts random clusters on the torus</i> |
| 2020level | [8] X. Cao, R. Santachiara (2020)
<i>Level Set Percolation in Two-Dimensional Gaussian Free Field</i> |
| rzerzat_2020 | [9] N. Javerzat, S. Grijalva, A. Rosso, R. Santachiara (2020)
<i>Topological effects and conformal invariance in long-range correlated random surfaces</i> |
| enkenko_2019 | [10] P. Gavrylenko, R. Santachiara (2019)
<i>Crossing invariant correlation functions at $c = 1$ from isomonodromic functions</i> |
| Cao_2023 | [11] X. Cao, R. Santachiara, R. Usciati (2023)
<i>On the analytical continuation of lattice Liouville theory</i> |
| Ares_2021 | [12] F. Ares, R. Santachiara, J. Viti (2021)
<i>Crossing-symmetric twist field correlators and entanglement negativity in minimal CFTs</i> |