

Permanents : L. Frappat, L. Gallot, E. Ragoucy et F. Thuillier

Emérites et retraite active : G. Clément, P. Sorba et E. Sokatchev

ANR: [DIADEMS](#) ; StrongInt

---

La théorie des champs et les symétries continues constituent les deux outils de base de la physique théorique des particules élémentaires. Le rapprochement de ces deux domaines, depuis longtemps complémentaires, est apparu encore plus évident avec l'avènement, dans les années 80, de la théorie des champs (à symétrie) conforme à deux dimensions, mise en avant dans les théories de cordes. Les théories de cordes constituent de nos jours le candidat le plus sérieux pour une théorie unifiée des quatre forces fondamentales, en incluant la gravité. Ces deux composantes, théories des cordes et études des symétries, se retrouvent dans les sujets développés dans le groupe phy-math.

Une place importante est accordée aux algèbres de dimension infinie ou/et déformées, apparaissant comme propriétés mathématiques (symétrie) de systèmes physiques. En particulier, les systèmes intégrables occupent une place centrale dans les études du groupe phy-math. Ils sont parmi les grands thèmes de la physique théorique qui ont connu des développements fondamentaux ces vingt dernières années. L'intégrabilité s'est imposée en théorie quantique des champs pour le développement de méthodes non perturbatives pour le calcul des grandeurs physiques. Ce concept s'applique à tout système, classique ou quantique, possédant suffisamment de lois de conservation pour que toutes les quantités physiquement pertinentes puissent être calculées exactement. Ces lois de conservation sont associées à des symétries, mais ces symétries peuvent être cachées et leur détermination est un véritable défi pour les mathématiques. Le groupe phy-math est un pôle internationalement reconnu dans le domaine des systèmes intégrables. Il a produit de nombreux travaux concernant les systèmes intégrables en dimension 2, comme l'étude de modèles de mécanique statistique et/ou de matière condensée, en particulier les chaînes de spin, le traitement général en théorie des champs de la diffusion factorisée en présence d'une impureté, ou encore des théories définies sur des graphes uni-dimensionnels. Les liens avec les théories de cordes sont aussi fortement étudiés (voir ci-dessous).

Ces dernières années ont vu apparaître de remarquables développements en théories de cordes, comme l'approche en twisteurs de Witten, la méthode de Bern-Dixon-Kosower pour le calcul perturbatif à grands ordres, ou encore la proposition de Alday-Maldacena pour la description duale des amplitudes de diffusion. Ils ont conduit à des progrès fantastiques dans le calcul des amplitudes de diffusion, en évitant le calcul traditionnel en diagrammes de Feynman. La plupart de ces résultats ont eu lieu en théories de Yang-Mills maximales supersymétriques (N=4 SYM). Ces théories sont très proches de QCD, avec qui elles partagent de nombreuses propriétés importantes. Le groupe est un leader dans le calcul d'amplitudes de diffusion de ces théories.

La célèbre conjecture de correspondance entre les théories conformes en quatre dimensions et la théorie des cordes dans un espace est entrée dans sa phase "expérimentale". Cette conjecture prédit l'équivalence entre les opérateurs en théories conformes (par ex. SYM N=4) d'une part, et les états excités d'une supercorde se propageant sur un fond courbe du type anti-de Sitter d'autre part. Sous sa forme initiale, la correspondance AdS/CFT s'appliquait à la corde quasi-classique (relativement bien étudiée) et à la théorie des champs conformes dans le régime de fort couplage, pratiquement inaccessible par les méthodes actuelles. Récemment, cette situation s'est complètement renversée après la découverte que les deux théories sont vraisemblablement basées sur de très proches principes d'intégrabilité : des systèmes intégrables du type chaîne de spins de Heisenberg ont été trouvés dans la théorie SYM N=4 et aussi du côté de la corde quasi classique. Ceci a permis, pour la première fois, de comparer des prédictions quantitatives (et non plus simplement qualitatives, comme au début de la correspondance AdS/CFT) de la théorie des cordes et des résultats perturbatifs en théories conformes.

Des études plus formelles sur les théories des champs et les intégrales fonctionnelles sont aussi menées au sein du groupe phy-math. Elles concernent notamment les théories de Chern-Simons non-abéliennes, ainsi que la cohomologie de Beilinson-Deligne.

On notera de nombreux travaux sur des solutions exactes en relativité générale: par exemple, de nouvelles solutions trou noir ou membranes noires ont été obtenues dans le cadre de théories de la gravitation dilatonique inspirées de la théorie des cordes.

En résumé, les principaux thèmes abordés sont :

- Systèmes Intégrables, symétries (déformées ou non), applications physiques
- Théories de Jauge, dualités et théories des cordes, théories de Yang-Mills

supersymétriques

- Théories des champs, théories de Chern-Simons et cohomologie de Deligne-Beilinson
- Relativité générale et dynamique des trous noirs