
Pouvoir prédictif des théories : simulations par des modèles exacts et application à des théories réalistes en physique subatomique

DIRECTEUR DE THESE : JERZY DUDEK, HERVE MOLIQUÉ

INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIE, 23 RUE DU LOESS, 67000 STRASBOURG

TEL : 03 88 10 64 98 ; E-MAIL : jerzy.dudek@iphc.cnrs.fr

La question du pouvoir prédictif des théories physiques reçoit actuellement une attention grandissante, étant donné qu'elle est considérée comme l'un des enjeux les plus importants de la recherche contemporaine en physique subatomique. Ceci est lié au fait que les expériences réalisées à la frontière de la connaissance dans ce domaine de recherche peuvent être réalisées seulement au sein de laboratoires uniques au monde, dans lesquels les accélérateurs suffisamment puissants ne disposent que d'un nombre limité d'heures de fonctionnement. La conséquence est que ce genre d'expérience devient de plus en plus coûteux, et obtenir suffisamment de temps de faisceau devient un enjeu majeur. Une telle évolution oblige les physiciens à concentrer leurs efforts sur des expériences présélectionnées à l'avance selon leur importance, ce qui consiste le plus souvent à retenir des expériences les plus contraignantes pour la théorie. Il apparaît par conséquent clairement que l'unique stratégie à adopter devrait viser la collaboration la plus directe et la plus étroite possible entre théorie et expérience.

Toutefois, ceci nécessite le développement plus avant des théories physiques et, d'une manière générale, des modélisations mathématiques, avec un certain test de la qualité correspondante. Si la théorie physique contient des erreurs ou inexactitudes importantes (comme cela est malheureusement souvent le cas dans la littérature actuelle) les prédictions correspondantes sont de moins en moins dignes de confiance, de même que les interprétations correspondantes des expériences déjà réalisées. Ainsi, les chances d'emprunter un mauvais chemin dans ce domaine de recherche deviennent non négligeables. Ce problème est pris de plus en plus au sérieux par la communauté scientifique, comme en témoigne la volonté de certains journaux tels que Physical Review A, de ne plus accepter la publication d'articles contenant des prédictions théoriques ou des interprétations ne mentionnant pas explicitement leurs propres incertitudes (voir par exemple les instructions en ce sens dans Phys. Rev. A83, 040001 (2011)).

Dans la présente proposition de sujet de thèse, nous suggérons d'abord la construction mathématiquement exacte modélisant, d'une manière simple et habituellement de manière analytique, le fonctionnement de « vraies » théories physiques réalistes. Dans notre approche, la nouvelle formulation théorique fournit non seulement les résultats bruts, i.e. les prédictions théoriques sous forme de « nombres », mais également, et cela est d'une importance primordiale, les distributions de probabilité que les prévisions soient en accord avec les résultats expérimentaux à venir. La modélisation exacte sera suivie d'applications aux calculs réalistes effectués dans le cadre de théories microscopiques parmi les plus poussées, et de la confrontation aux données expérimentales. Une collaboration étroite avec des groupes expérimentaux est envisagée dans ce contexte.

Notre groupe de recherche a établi des collaborations étroites impliquant des centres de recherches leaders au niveau mondial tels que Argonne National Laboratory (USA), Jyväskylä (Finlande), RIKEN (Japon) et Laboratori di Legnaro (Italie), et intensifié ses contacts en France avec l'Institut Laue-Langevin de Grenoble, ainsi qu'avec le GANIL de Caen.