



**UNIVERSITE DE CORSE-PASCAL PAOLI**  
**ECOLE DOCTORALE ENVIRONNEMENT ET SOCIETE**  
**UMR CNRS 6134 SPE**



**Thèse présentée pour l'obtention du grade de**  
**DOCTEUR EN PHYSIQUE**  
**Mention : Constituants élémentaires**

**Soutenue publiquement par**  
**Bernard RAFFAELLI**  
**le 12 décembre 2011**

---

**Analyse semi-classique des phénomènes de résonance et  
d'absorption par des trous noirs**

---

**Directeur :**

Mr Yves DECANINI, MCF-HDR, Université de Corse  
Mr Antoine FOLACCI, PRU, Université de Corse

**Rapporteurs :**

Mme DERUELLE Nathalie, DR, Université de Paris 7, APC, IHES  
Mr SOLODUKHIN Sergey, PRU, Université de Tours, LMPT

**Jury**

Mr BROS Jacques, Directeur de Recherche, SPHT CEA Saclay  
Mr DECANINI Yves, MCF-HDR, Université de Corse  
Mme DERUELLE Nathalie, Directrice de Recherche, Université de Paris 7, APC  
Mr FOLACCI Antoine, Professeur, Université de Corse  
Mr SOLODUKHIN Sergey, Professeur, Université de Tours, LMPT

## Résumé

Au delà de la simple définition formelle d'un trou noir comme solution des équations d'Einstein dans le vide, il existe, comme l'a souligné Kip Thorne, depuis 1971 et l'observation du système binaire Cygnus X1, jusqu'aux hypothèses les plus récentes relatives à l'existence de trous noirs supermassifs au centre de nombreuses galaxies, des indices observationnels confortant leur existence dans l'Univers et motivant ainsi leur étude. En physique, nous le savons, pour obtenir des informations essentielles sur les interactions entre particules fondamentales, atomes, molécules, etc..., ainsi que sur la structure des objets composés, nous devons procéder à des expériences de collision ou plus précisément de diffusion. C'est ce qui constitue précisément l'objet de ce travail de thèse. En effet, en analysant comment un trou noir interagit avec son environnement, nous sommes en droit d'attendre des informations essentielles sur ces "objets invisibles". Cette étude sera également très utile pour comprendre, notamment, le signal que l'on devrait recevoir, prochainement, par le biais de la nouvelle génération de détecteurs d'ondes gravitationnelles. Ce travail se concentre donc principalement sur les phénomènes sous-jacents aux processus de diffusion par des trous noirs, i.e. les phénomènes de résonance et d'absorption. Toute l'originalité de cette étude repose sur le fait que nous proposons de nous intéresser à ces phénomènes du point de vue d'une théorie semiclassical dite « théorie du moment angulaire complexe », mettant ainsi au cœur de la physique des trous noirs les concepts de matrice S ainsi que les techniques relatives aux pôles de Regge, tel que l'a suggéré implicitement Chandrasekhar au milieu des années soixante-dix. Cette approche nous permet de donner une interprétation physique, simple et intuitive, des phénomènes de résonance et d'absorption d'un champ, en l'occurrence d'un champ scalaire, massif ou non, par des trous noirs.

## Summary

Beyond the mathematical definition of a black hole as a solution of Einstein equations in vacuum, there are some observational clues, as pointed out by Kip Thorne, from the first observation of the binary system Cygnus X1 to recent assumptions related to the presence of hypothetical supermassive black holes in the center of various galaxies, concerning their existence in our Universe and consequently encouraging their study. In physics, it is well-known that in order to obtain information on interactions between fundamental particles, atoms, molecules, etc..., and on the structure of composite objects, we have to make collision experiments or, more precisely, scattering experiments. This is precisely the aim of this work. Indeed, studying how a black hole can interact with its environment, we should obtain fundamental information about those "invisible objects". This work is also useful to understand the kind of signals one could detect by the future gravitational waves astronomy devices. This thesis is mainly focused on resonance and absorption phenomena by black holes. The originality of this study is about the use of a semiclassical method known as the "complex angular momentum theory", which brings concepts like S matrix, Regge poles techniques, into high energy black hole physics as suggested implicitly by Chandrasekhar in the middle of the seventies. This approach allows us to have simple and quite intuitive physical interpretations of resonance and absorption phenomena related to the scattering of a scalar, massive or not, field by black holes.