

Bibliographie

- [AB59] Y. Aharonov et D. Bohm. *Significance of electromagnetic potentials in the quantum theory*. Phys. Rev. (2), **115**, 1959, pp. 485–491.
- [AB61] Y. Aharonov et D. Bohm. *Further considerations on electromagnetic potentials in the quantum theory*. Phys. Rev. (2), **123**, 1961, pp. 1511–1524.
- [AB63] Y. Aharonov et D. Bohm. *Further discussion of the role of electromagnetic potentials in the quantum theory*. Phys. Rev. (2), **130**, 1963, pp. 1625–1632.
- [ABdMG96] Werner O. Amrein, Anne Boutet de Monvel et Vladimir Georgescu. *C₀-groups, commutator methods and spectral theory of N-body Hamiltonians*. Basel, Birkhäuser Verlag, 1996, xiv+460p.
- [AT98] R. Adami et A. Teta. *On the Aharonov-Bohm Hamiltonian*. Lett. Math. Phys., **43**, n° 1, 1998, pp. 43–53.
- [BM70] V. S. Buslaev et V. B. Matveev. *Wave operators for the Schrödinger equation with slowly decreasing potential*. Teoret. Mat. Fiz., **2**, n° 3, 1970, pp. 367–376.
- [BR01] J. M. Bily et D. Robert. *The Semi-classical Van-Vleck Formula. Application to the Aharonov-Bohm effect*. Preprint, 2001. Disponible à l'adresse http://mpej.unige.ch/mp_arc/index.html.
- [CFKS87] H. L. Cycon, R. G. Froese, W. Kirsch et B. Simon. *Schrödinger operators with application to quantum mechanics and global geometry*. Berlin, Springer-Verlag, 1987, study édition, x+319p.
- [Cha60] R.G. Chambers. Phys. Rev. (2), **115**, 1960, pp. 3–5.
- [Coo57] J. M. Cook. *Convergence to the Møller wave-matrix*. J. Math. Phys., **36**, 1957, pp. 82–87.
- [CV71] Alberto-P. Calderón et Rémi Vaillancourt. *On the boundedness of pseudo-differential operators*. J. Math. Soc. Japan, **23**, 1971, pp. 374–378.
- [CV72] Alberto-P. Calderón et Rémi Vaillancourt. *A class of bounded pseudo-differential operators*. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., **69**, 1972, pp. 1185–1187.

- [DG97] Jan Dereziński et Christian Gérard. *Scattering theory of classical and quantum N -particle systems*. Berlin, Springer-Verlag, 1997, xii+444p.
- [Dol64] John D. Dollard. *Asymptotic convergence and the Coulomb interaction*. J. Mathematical Phys., **5**, 1964, pp. 729–738.
- [DŠ98] L. Dąbrowski et P. Šťovíček. *Aharonov-Bohm effect with δ -type interaction*. J. Math. Phys., **39**, n° 1, 1998, pp. 47–62.
- [Ens89] V. Enss. *Long-range scattering of two and three body systems*. Actes des journées équations aux dérivées partielles, Saint-Jean de Mont, **21**, 1989, pp. 1–31.
- [ES49] W. Ehrenberg et R. W. Siday. PROC. PHYS. SOC. London B, **62**, 1949, pp. 8–21.
- [GG99] V. Georgescu et C. Gérard. *On the virial theorem in quantum mechanics*. Comm. Math. Phys., **208**, n° 2, 1999, pp. 275–281.
- [GY00] Y. Gâtél et D. R. Yafaev. *Scattering theory for the Dirac operator with a long-range electromagnetic potential*. Preprint, 2000. Disponible à l'adresse http://mpej.unige.ch/mp_arc/index.html.
- [Hen80] Walter C. Henneberger. *Some aspects of the Aharonov-Bohm effect*. Phys. Rev. A (3), **22**, n° 4, 1980, pp. 1383–1388.
- [Hör76] Lars Hörmander. *The existence of wave operators in scattering theory*. Math. Z., **146**, n° 1, 1976, pp. 69–91.
- [Hör83] Lars Hörmander. *The analysis of linear partial differential operators. I*. Berlin, Springer-Verlag, 1983, viii+391p. Distribution and Fourier analysis.
- [Hör85] Lars Hörmander. *The analysis of linear partial differential operators. III*. Berlin, Springer-Verlag, 1985, viii+525p. Pseudodifferential operators.
- [IK84] Hiroshi Isozaki et Hitoshi Kitada. *Microlocal resolvent estimates for 2-body Schrödinger operators*. J. Funct. Anal., **57**, n° 3, 1984, pp. 270–300.
- [IK85a] Hiroshi Isozaki et Hitoshi Kitada. *Modified wave operators with time-independent modifiers*. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo Sect. IA Math., **32**, n° 1, 1985, pp. 77–104.
- [IK85b] Hiroshi Isozaki et Hitoshi Kitada. *A remark on the microlocal resolvent estimates for two body Schrödinger operators*. Publ. Res. Inst. Math. Sci., **21**, n° 5, 1985, pp. 889–910.
- [IK86] Hiroshi Isozaki et Hitoshi Kitada. *Scattering matrices for two-body Schrödinger operators*. Sci. Papers College Arts Sci. Univ. Tokyo, **35**, n° 2, 1986, pp. 81–107.

- [IU71] Teruo Ikebe et Jun Uchiyama. *On the asymptotic behavior of eigenfunctions of second-order elliptic operators*. J. Math. Kyoto Univ., **11**, 1971, pp. 425–448.
- [Jen85] Arne Jensen. *Propagation estimates for Schrödinger-type operators*. Trans. Amer. Math. Soc., **291**, n° 1, 1985, pp. 129–144.
- [JMP84] Arne Jensen, Éric Mourre et Peter Perry. *Multiple commutator estimates and resolvent smoothness in quantum scattering theory*. Ann. Inst. H. Poincaré Phys. Théor., **41**, n° 2, 1984, pp. 207–225.
- [JP85] Arne Jensen et Peter Perry. *Commutator methods and Besov space estimates for Schrödinger operators*. J. Operator Theory, **14**, n° 1, 1985, pp. 181–188.
- [Kat59] Tosio Kato. *Growth properties of solutions of the reduced wave equation with a variable coefficient*. Comm. Pure Appl. Math., **12**, 1959, pp. 403–425.
- [KI66] Tosio Kato et Teruo Ikebe. *Wave operators and similarity for some non-selfadjoint operators*. Sûgaku, **18**, 1966, pp. 33–39.
- [Lav71] Richard B. Lavine. *Commutators and scattering theory. I. Repulsive interactions*. Comm. Math. Phys., **20**, 1971, pp. 301–323.
- [Lav72] Richard B. Lavine. *Commutators and scattering theory. II. A class of one body problems*. Indiana Univ. Math. J., **21**, 1971/72, pp. 643–656.
- [LL64] L. D. Landau et E. M. Lifshitz. *Physique théorique, Tome 1 Mécanique*. 1964, quatrième édition, 242p. Traduit du Russe par C. Ligny (1982), Éditions Mir, Moscou.
- [LL66] L. D. Landau et E. M. Lifshitz. *Physique théorique, Tome 3 Mécanique Quantique*. 1966, troisième édition, 766p. Traduit du Russe par E. Gloukhian (1975), Éditions Mir, Moscou.
- [LT87] Michael Loss et Bernd Thaller. *Scattering of particles by long-range magnetic fields*. Ann. Physics, **176**, n° 1, 1987, pp. 159–180.
- [LY98] N. Lerner et D. R. Yafaev. *Trace theorems for pseudo-differential operators*. J. Anal. Math., **74**, 1998, pp. 113–164.
- [Mou83] E. Mourre. *Opérateurs conjugués et propriétés de propagation*. Comm. Math. Phys., **91**, n° 2, 1983, pp. 279–300.
- [Mou81] E. Mourre. *Absence of singular continuous spectrum for certain selfadjoint operators*. Comm. Math. Phys., **78**, n° 3, 1980/81, pp. 391–408.
- [Nic91] François Nicoleau. *Théorie de la diffusion pour l'opérateur de Schrödinger en présence de champ magnétique*. Thèse, 1991.

- [Nic94] François Nicoleau. *Matrices de diffusion pour l'opérateur de Schrödinger en présence d'un champ magnétique. Phénomène de Aharonov-Bohm.* Ann. Inst. H. Poincaré Phys. Théor., **61**, n° 3, 1994, pp. 329–346.
- [NR91] François Nicoleau et Didier Robert. *Théorie de la diffusion quantique pour des perturbations à longue et courte portée du champ magnétique.* Ann. Fac. Sci. Toulouse Math. (5), **12**, n° 2, 1991, pp. 185–194.
- [Per80] Peter A. Perry. *Mellin transforms and scattering theory. I. Short range potentials.* Duke Math. J., **47**, n° 1, 1980, pp. 187–193.
- [Per81] Peter A. Perry. *Propagation of states in dilation analytic potentials and asymptotic completeness.* Comm. Math. Phys., **81**, n° 2, 1981, pp. 243–259.
- [PSS81] P. Perry, I. M. Sigal et B. Simon. *Spectral analysis of N -body Schrödinger operators.* Ann. of Math. (2), **114**, n° 3, 1981, pp. 519–567.
- [Rui83] S. N. M. Ruijsenaars. *The Aharonov-Bohm effect and scattering theory.* Ann. Physics, **146**, n° 1, 1983, pp. 1–34.
- [Shu87] M. A. Shubin. *Pseudodifferential operators and spectral theory.* Berlin, Springer-Verlag, 1987, x+278p. Traduit du Russe par Stig I. Andersson.
- [Tay81] Michael E. Taylor. *Pseudodifferential operators.* Princeton, N.J., Princeton University Press, 1981, xi+452p.
- [Uch87] Jun Uchiyama. *Polynomial growth or decay of eigenfunctions of second-order elliptic operators.* Publ. Res. Inst. Math. Sci., **23**, n° 6, 1987, pp. 975–1006.
- [Uhl82] Karen K. Uhlenbeck. *Removable singularities in Yang-Mills fields.* Comm. Math. Phys., **83**, n° 1, 1982, pp. 11–29.
- [Yaf80] D. R. Yafaev. *Wave operators for the Schrödinger equation.* Teoret. Mat. Fiz., **45**, n° 2, 1980, pp. 224–234.
- [Yaf85] D. R. Yafaev. *Remarks on the spectral theory for the multiparticle-type Schroedinger operator.* J. Sov. Math., **31**, 1985, pp. 3445–3459. Traductions de Zap. Nauchn. Semin. Leningr. Otd. Mat. Inst. Steklova (Russe).
- [Yaf92] D. R. Yafaev. *Mathematical scattering theory.* Providence, RI, American Mathematical Society, 1992, x+341p. General theory, Traduit du Russe par J. R. Schulenberger.
- [Yaf93] D. R. Yafaev. *Radiation conditions and scattering theory for N -particle Hamiltonians.* Comm. Math. Phys., **154**, n° 3, 1993, pp. 523–554.
- [Yaf95] D. R. Yafaev. *Resolvent estimates and scattering matrix for N -particle Hamiltonians.* Integral Equations Operator Theory, **21**, n° 1, 1995, pp. 93–126.

- [Yaf97] D. R. Yafaev. *On the classical and quantum Coulomb scattering*. J. Phys. A, **30**, n° 19, 1997, pp. 6981–6992.
- [Yaf98] D. R. Yafaev. *The scattering amplitude for the Schrödinger equation with a long-range potential*. Comm. Math. Phys., **191**, n° 1, 1998, pp. 183–218.
- [Yaf00a] D. R. Yafaev. *A class of pseudodifferential operators with oscillating symbols*. St. Petersburg Math. J., **11**, n° 2, 2000, pp. 375–403.
- [Yaf00b] Dmitri Yafaev. *Scattering theory : some old and new problems*. Berlin, Springer-Verlag, 2000, xvi+169p.

Résumé. La théorie de la diffusion admet différentes formulations qui se répartissent en deux familles : l'une dépendante du temps l'autre stationnaire. La première approche, reposant sur l'existence de limites en grand temps de certaines observables, et la seconde, qui s'appuie sur des estimations de résolvantes, sont essentiellement équivalentes cependant l'approche stationnaire permet d'obtenir une formule de représentation pour l'objet principal de la théorie : la matrice de diffusion.

Dans cette thèse on développe la théorie des perturbations lisses pour l'opérateur de Schrödinger avec un potentiel électromagnétique à longue portée. Après avoir obtenues certaines estimations pour la résolvante (principe d'absorption limite, estimation de radiation et estimations de propagation microlocales) on construit des opérateurs d'onde modifiés de type Isozaki-Kitada et l'on obtient une formule de représentation stationnaire pour la matrice de diffusion. On rencontre de nombreux problèmes liés aux opérateurs pseudo-différentiel utilisés que l'on résout en utilisant des classes de symboles oscillants pour lesquelles un calcul pseudo-différentiel non-standard a été développé.

Au final on obtient sans hypothèses de jauge sur le potentiel magnétique la complétude des opérateurs d'onde modifiés et leur coïncidence avec d'autres constructions dépendant du temps. Pour la matrice de diffusion on montre que en général son spectre recouvre le cercle unité. Parmi les exceptions à cette règle on trouve le cas des champs magnétiques à support compact. L'approche développée dans cette thèse permet de généraliser les propriétés spécifiques de la matrice de diffusion, connues sous le nom d'effet Aharonov-Bohm, à une large classe de tels potentiels.

Mots clés. théorie de la diffusion, opérateur de Schrödinger, potentiels à longue portée, matrice de diffusion, effet Aharonov-Bohm.

Abstract. Scattering theory admits different formulations divided in two families : one time dependent and the other stationary. The first approach, based on the existence of large time limits of certain observables, and the second, supported by some resolvent estimates, are essentially equivalent however the stationary approach gives a stationary representation formula for the most important object of the theory : the scattering matrix.

In this thesis we show that the Schrödinger operator with a long-range electromagnetic potential fits into the scheme of smooth scattering . After having proved some resolvent estimates (limiting absorption principle, radiation estimates, microlocal propagations estimates) we construct modified wave operators of the Isozaki-Kitada type and get a stationary representation formula for the scattering matrix. Some difficulties arise with the pseudodifferential calculus which are solved by using non-standard classes of pseudodifferential operators with oscillating symbols.

Finally we obtain the asymptotic completeness, without any gauge assumptions on the magnetic potential, of the wave operators and their coincidence with others time-dependent constructions. For the scattering matrix we prove that, in general, its spectrum covers the unit circle. Among the exceptions to this rule the case of compactly supported magnetic fields is studied. The approach developed allows us to generalize some special properties of the scattering matrix, known as the Aharonov-Bohm effect, to a large class of such potentials.

Key words. scattering theory, Schrödinger operator, long-range potentials, scattering matrix, Aharonov-Bohm effect.

MSC : 35P25, 35S99, 81U05, 81U20

PACS : 03.65.N, 11.55, 72.15.R