



Roger Balian

Élu Correspondant le 14 novembre 1977, puis Membre le 23 octobre 1995, dans la section de Physique

Roger Balian est conseiller scientifique au Commissariat à l'énergie atomique (CEA).

Formation et carrière

1952	Ancien élève de l'École polytechnique
1955-1958	Ingénieur des mines
1956-1987	Chercheur au CEA, Centre de Saclay, service de physique théorique (1956-1979), puis Chef du service de physique théorique au CEA-Saclay (1979-1987)
1972-1978	Maître de conférences à l'École polytechnique
1978-1998	Professeur de physique à l'École polytechnique

Autres fonctions

1972-1980	Directeur de l'École d'été de Physique théorique des Houches
1961-1962	Invité à l'université de Californie, La Jolla
1982	Invité à l'université de Santa Barbara
(1986)	Invité à l'université de Yale
1969-1973	Membre, puis président (1970-1973) de la Commission des publications françaises de physique
1970-1975	Membre du comité de rédaction du Journal of Physics A
1988-1995	Éditeur scientifique (1988-1991), puis rédacteur en chef (1992-1995) d' <i>Europhysics Letters</i>
1976-1982	Membre du Comité national du CNRS
1988-1993	Membre du Conseil scientifique du CNRS
1992-1995	Président du Conseil des sciences physiques du CNRS
1997-2000	Membre du Conseil scientifique de l'École normale supérieure de Lyon
1997-1998	Président du groupe de prospective Neutrons
1995-2007	Membre du Conseil scientifique du CEA

1997-1998	Président de la Société française de physique
1998-	Membre du Conseil d'administration du laboratoire Léon Brillouin
1999-	Membre du jury du prix Roberval
2001-2007	Membre du Conseil scientifique de la Direction des applications militaires du CEA

Œuvre scientifique

Roger Balian s'est consacré à la physique théorique. Ses travaux ont utilisé le plus souvent des méthodes de physique statistique, et ont parfois eu des retombées en mathématiques. Il a abordé des domaines variés : fondements de la mécanique quantique (théorie de la mesure) ; information et entropie en mécanique statistique ; physique nucléaire ; physique des particules ; liquides quantiques, en particulier l'hélium 3 ; transitions de phase ; ondes et leur rapport aux trajectoires classiques ; fluctuations et propagation d'ondes électromagnétiques ; théorie du signal ; distribution des galaxies.

1. Physique nucléaire : premier calcul d'une réaction directe $(n, 2n)$; emploi de la fonction de partition pour évaluer la densité de niveaux dans une couche.
2. Mécanique statistique des liquides quantiques à l'équilibre : la formulation empirique de Landau en termes de quasi-particules est justifiée par réarrangement de la série des perturbations. On montre ainsi que l'entropie d'un fluide quantique a la même forme que celle d'un gaz quantique, sans termes supplémentaires associés aux interactions.
3. Hélium 3 superfluide : l'étude de la manière dont s'apparient les atomes d'hélium 3 dans le liquide à très basse température a permis de prévoir l'existence et les propriétés d'une nouvelle phase superfluide de ce corps, plus stable que celle qui avait été proposée auparavant. Cette phase, qui porte désormais le nom de phase B, a été découverte expérimentalement une dizaine d'années plus tard, en même temps que la phase A antérieurement prédite.
4. Transitions de phase : on a montré, sur un modèle décrivant la transition normal-supraconducteur d'un fluide de fermions, que la fonction de partition, analytique en fonction de la température considérée comme variable complexe, présente lorsque le nombre de particules est fini une ligne de zéros croisant l'axe réel au point critique, qui deviennent denses à la limite thermodynamique. On comprend ainsi l'origine de la non-analyticité en ce point des propriétés d'un matériau extensif.
5. Transformations canoniques : mise en évidence de propriétés utiles de factorisation dans les groupes de Lie correspondants.
6. Méthodes semi-classiques : la solution exacte d'une équation d'onde est reliée (lorsque l'indice ou le potentiel, et les conditions aux limites sont analytiques) aux trajectoires ou aux rayons du problème classique correspondant, grâce au remplacement des coordonnées d'espace-temps par des variables complexes. Les trajectoires classiques complexes rendent compte de l'effet tunnel. Aux trajectoires réelles sont associés des effets de couche : les niveaux d'énergie d'une particule quantique confinée par un potentiel se groupent en paquets réguliers. Ces propriétés s'observent expérimentalement, d'une part en physique nucléaire (résonances dans la fission, spectres), d'autre part dans les agrégats

métalliques (variation de l'énergie avec la taille) ; elles ont aussi suscité des travaux mathématiques.

7. Phénomènes critiques : exploration de situations limites.
8. Champs de jauge sur réseau : l'étude par des méthodes de physique statistique de ces champs, définis en remplaçant l'espace-temps par un réseau discret, a montré que l'on peut traiter ainsi des interactions fortes et décrire des brisures d'invariance en physique des particules.
9. Effet Casimir : évaluation pour des conducteurs de forme quelconque, et à température finie.
10. Développements asymptotiques : on a montré que des corrections exponentielles, laissées de côté en mathématiques, pouvaient jouer un rôle essentiel. On les a calculées pour une particule quantique dans un potentiel à l'aide de trajectoires classiques complexes, préfiguration de la théorie des instantons.
11. Mécanique quantique et théorie du signal : découverte d'un "principe d'incertitude fort".
12. Entropie et information : ces concepts sont appliqués à divers problèmes. Le Hamiltonien d'un système complexe dont on ne connaît que la densité d'états est une matrice aléatoire ; sa distribution de probabilité s'obtient par recherche du minimum de l'information. En théorie des processus irréversibles, le maximum de l'entropie conduit à la méthode de projection, qui s'interprète géométriquement dans l'espace des états du système à l'aide d'une métrique basée sur l'entropie. L'expression introduite par von Neumann pour l'entropie quantique est justifiée à partir du seul principe d'indifférence de Laplace. La notion d'entropie pertinente est utilisée pour élucider le paradoxe de l'irréversibilité.
13. Approches variationnelles : une méthode générale permet de construire des approximations variationnelles adaptées au calcul de telle ou telle grandeur. Elle est appliquée en particulier aux structures et aux réactions nucléaires. On va ainsi au-delà des méthodes de champ moyen, en ce qui concerne la dynamique des variables collectives, la dissipation, l'évaluation de corrélations et de fluctuations (dispersion des masses dans les collisions d'ions lourds), et la restauration d'invariances brisées.
14. Distribution des galaxies : une théorie statistique unifie les résultats des observations portant sur les corrélations et sur la fractalité, et une structure bifractale de la distribution est mise en évidence.
15. Ondes électromagnétiques : propagation dans des milieux diélectriques aléatoires. Effets sur leur absorption d'une longueur d'écran finie.
16. Nanophysique : extraction de travail d'un système quantique fini.
17. Théorie de la mesure : on montre comment toutes les observables d'un système quantique peuvent être mesurées avec un appareillage unique. La solution exacte d'un modèle de mesure quantique, traitée en tant que processus de physique statistique, met en évidence plusieurs temps caractéristiques, et aide à comprendre la réduction du paquet d'ondes et les transferts d'information.

Distinctions et Prix

Membre de la Société royale des sciences d'Uppsala (1988)
Membre de l'Académie des sciences de la République d'Arménie (2003)

Prix Henri Poincaré (1954)
Prix Laplace de l'Académie des sciences (1954)
Prix Rivot et Lamb de l'Académie des sciences (1954)
Prix Langevin de la Société française de physique (1966)
Prix des laboratoires de l'Académie des sciences (1972)
Prix Ricard de la Société française de physique (1977)
Commandeur des palmes académiques
Officier de l'Ordre national du mérite
Chevalier de la Légion d'honneur

Publications les plus représentatives

R. BALIAN, N.R. WERTHAMER
Superconductivity with pairs in a relative p-wave
Phys. Rev. 131, pp 1553-1564 (1963)

R. BALIAN, C. BLOCH
Solution of the Schrödinger equation in terms of classical paths
Ann. Phys. 85, pp 514-545 (1974)

R. BALIAN, J.-M. DROUFFE, C. ITZYKSON
Gauge fields on a lattice
Phys. Rev. D10, pp 3376-3395 (1974)
Phys.Rev. D11, pp 2098-2119 (1975)

R. BALIAN, G. PARISI, A. VOROS
Discrepancies from asymptotic series and their relation to complex classical trajectories
Phys. Rev. Lett. 41, pp 1141-1144 (1978)

R. BALIAN
Un principe d'incertitude fort en théorie du signal ou en mécanique quantique
Comptes Rendus Acad. Sci. II 292, pp 1357-1362 (1981)

R. BALIAN, A. ALLAHVERDYAN, TH. NIEUWENHUIZEN
Curie-Weiss model of the quantum measurement process
Europhys. Lett. 61, pp 452-458 (2003)

R. BALIAN
Information in statistical physics
Studies in Hist. and Phil. of Mod. Phys. 36, pp 323-353 (2005)

R. BALIAN
Du microscopique au macroscopique
Ed. Ellipses, Paris (1982)

R. BALIAN
From Microphysics to Macrophysics - Methods and Applications of Statistical Physics
Ed. Springer Verlag (1991, 2006)

R. BALIAN et al (ouvrage collectif)
Demain, la Physique
Ed. Odile Jacob (2004)

Le 18 juillet 2008