



Marie-Anne Bouchiat

Élue Correspondant de l'Académie des sciences le 6 octobre 1986, puis Membre le 20 juin 1988 dans la section de Physique

Marie-Anne Bouchiat, née en 1934, est directeur de recherche honoraire au CNRS.

Formation et carrière

1953-1957	Élève à l'École normale supérieure de jeunes filles
1957	Agrégée de sciences physiques
1957-1959	Visiting Fellow au Palmer Physical Laboratory, Princeton University
1964	Docteur ès sciences
1972-2005	Chercheur au CNRS, département de Physique de l'École normale supérieure, laboratoire de Spectroscopie hertzienne, devenu laboratoire Kastler Brossel
2005-	Directeur de recherche honoraire au CNRS

Œuvre scientifique

Après ses débuts en physique atomique, la recherche de Marie-Anne Bouchiat s'est tournée vers deux thèmes de caractère pluridisciplinaire, le premier à l'interface entre optique et matière condensée avec l'étude des interfaces liquides par analyse spectrale de la lumière diffusée et le second, une dizaine d'années plus tard, à la frontière entre physique atomique et physique des particules. Le but était de rendre réalisable un test expérimental significatif de la brisure de la symétrie du miroir dans l'interaction atome rayonnement. Un test de cette nature devenait nécessaire compte tenu des nouvelles prédictions du Modèle Standard, relatives au boson de jauge électriquement neutre Z_0 dont l'existence rend possible la manifestation d'une interaction faible dans l'atome stable, et de la violation de la parité associée.

Parmi les travaux de Marie-Anne Bouchiat, plusieurs sont de nature théorique, bien que toujours directement liés à l'expérience. Les autres ont été réalisés au sein de deux petits groupes d'expérimentateurs qu'elle a successivement formés au Département de Physique de l'École normale supérieure, et avec lesquels elle a travaillé en étroite collaboration, d'abord sur les interfaces liquides puis sur des expériences de violation de la parité dans l'atome de césium. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

1 - Mise en évidence du caractère de cohérence dans le transfert d'excitation entre atomes par diffusion multiple, une des toutes premières manifestations optiques des effets de cohérence entre états atomiques.

2 - Première obtention d'une orientation nucléaire du gaz ^3He , obtenue par transfert de l'aimantation d'atomes de rubidium orientés optiquement aux noyaux des atomes d'hélium. Pour être efficace, le transfert s'effectuant au cours des collisions rubidium-hélium nécessite que l'alcalin soit orienté à forte densité atomique.

3 - Étude des différents processus de relaxation d'atomes alcalins orientés optiquement : nature et caractéristiques temporelles de l'interaction désorientatrice, agissant lors de collisions sur la paroi ou bien avec les atomes d'un gaz rare. Mise au point d'enduits paraffinés permettant de préserver l'orientation pour un nombre de collisions contre la paroi pouvant atteindre dix mille. Ces enduits sont encore très exploités pour la réalisation d'horloges atomiques et de magnétomètres à vapeur d'alcalin. En présence d'un gaz rare, la mise en évidence de la formation de molécules de van der Waals alcalin-gaz rare, a démontré leur rôle important dans le mécanisme de la relaxation.

4 - Mise en évidence, par diffusion de lumière cohérente et analyse spectrale, de la rugosité de la surface d'un liquide au repos, provenant de l'excitation d'ondes de surface causée par l'agitation thermique des molécules. La forme spectrale reflète des effets de couplage entre la surface et le volume sous-jacent. Il en résulte une nouvelle méthode d'étude non invasive d'interfaces liquides permettant la mesure de la tension superficielle et de la viscosité. Il existe de multiples retombées en physique fondamentale (par exemple, près du point critique d'un fluide pur ou pour des cristaux liquides nématiques) et en recherche appliquée.

5 - La recherche sur la violation de la parité dans les atomes a débuté en 1974 par un travail théorique prédisant la grandeur des effets possibles dans l'atome libre stable avec des propositions d'expériences. Il s'est poursuivi par la mise en évidence dans l'atome de césium, grâce à une exploration très fine, précision de 10^{-13} , des propriétés de symétrie du processus d'absorption de lumière. Cette rupture de la symétrie droite-gauche observée est la manifestation d'une nouvelle force entre électron et noyau, causée par l'échange du boson électriquement neutre, Z_0 , observé par la suite au CERN à haute énergie, dans les collisions proton-antiproton. L'expérience a permis la mesure de la charge faible du noyau, analogue pour cette force à la charge électrique pour la force de Coulomb. La Violation de la Parité Atomique est ainsi devenue un nouveau domaine de recherche.

6 - Un prolongement a consisté en la démonstration d'un mécanisme d'amplification par émission stimulée, lorsque la très faible asymétrie droite-gauche due à la chiralité de l'interaction atome-rayonnement apparaît sur un gain optique. Il en est résulté une mesure absolue, précise au niveau de 2×10^{-13} unité atomique de l'amplitude de transition dipolaire électrique entre les deux états $6S$ et $7S$ de même parité de l'atome de césium. Une étude prospective a permis d'envisager des expériences exploitant la superradiance déclenchée, ou bien les techniques du refroidissement radiatif pour des mesures sur des isotopes radioactifs de césium ou de francium.

7 - Une autre manifestation de la violation de la parité dans les atomes se traduit par la déformation hélicoïdale de l'aimantation nucléaire, résultant des forces violant la parité entre nucléons à l'intérieur du noyau. Cette déformation est décrite par le

moment anapolaire du noyau. Dans un travail récent, M.-A. Bouchiat a proposé d'isoler son effet de celui de la charge faible en mesurant, par interférométrie atomique, des déplacements sur les fréquences de transition hyperfine et Zeeman à l'intérieur de l'état atomique fondamental. Ainsi, un bon candidat est l'effet Stark linéaire caractérisé par une asymétrie droite-gauche, si les atomes alcalins sont placés dans une configuration de champs de symétrie chirale, droite ou gauche (réalisée par exemple, avec deux champs, électrique et magnétique statiques, croisés et puis, soit un faisceau laser polarisé circulairement, convenablement désaccordé en fréquence, soit l'axe de la matrice hexagonale de dans laquelle ^4He les atomes peuvent être piégés).

Distinctions et Prix

Membre de l'Academia Europaea

Médaille de bronze du CNRS (1966)

Médaille d'argent du CNRS (1971)

Prix Hughes de l'Académie des sciences (1968)

Prix Ampère de l'Académie des sciences (1983)

Chevalier des palmes académiques

Commandeur de l'Ordre national du mérite

Commandeur de la Légion d'honneur

Publications les plus représentatives

M.-A. BOUCHIAT, J. BROUSSEL

Relaxation of Optically Pumped Rb Atoms on Paraffin Coated Walls

Physical Review 147, pp 41-54 (1966)

M.-A. BOUCHIAT, J. MEUNIER

Power Spectrum of Fluctuations Thermally excited on the Free Surface of a Simple

Liquid

Journal de Physique 32, pp 561-571 (1971)

M.-A. BOUCHIAT, C. BOUCHIAT

Weak Neutral Currents in Atomic Physics

Physics Letters B, 48B, pp 111-114 (1974)

M.-A. BOUCHIAT, J. GUÉNA, L. HUNTER, L. POTTIER

Observation of a Parity Violation in Cesium

Physics Letters B, 117B, pp 358-364 (1982)

M.-A. BOUCHIAT

Linear Stark Shift in Dressed Atoms as a Signal to Measure a Nuclear Anapole

Moment with a Cold-Atom Fountain or Interferometer
Physical Review Letters 98, 043003 (1-4) (2007)

Principaux ouvrages

B. FROIS, M.-A. BOUCHIAT (dir.)
Parity Violation in Atoms and Polarized Electron Scattering
Ed. World Scientific (1999)

Le 21 septembre 2008