

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 11 (1958)  
**Heft:** 7: Colloque Ampère

**Artikel:** Résonance magnétique de niveaux atomiques excités par bombardement électronique  
**Autor:** Pébay, J.-C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738906>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Résonance magnétique de niveaux atomiques excités par bombardement électronique

J.-C. PÉBAY

Laboratoire de Physique, Ecole normale supérieure, Paris

---

La méthode de la double résonance de Kastler-Brossel a permis l'étude d'une part de nombreux niveaux excités — détermination des durées de vie, facteur de Landé, structure hyperfine — et, d'autre part, des noyaux — moment quadropolaire [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Mais seuls peuvent être ainsi étudiés des niveaux que l'on peut atteindre par excitation optique ou dans des cas particulièrement favorables par excitation par échelon [8]. Nous nous sommes proposés d'étendre cette méthode en utilisant les résultats acquis par Skinner et quelques autres auteurs [9, 10, 11]: lorsque l'on excite des atomes, par exemple de la vapeur de mercure, par des électrons dont l'énergie est un peu supérieure au seuil d'excitation, les différentes raies sont partiellement polarisées. Il existe donc une inégalité de population dans les sous-niveaux Zeeman des états excités.

Un champ magnétique parallèle au jet d'électrons, ainsi qu'un champ magnétique de haute fréquence perpendiculaire au jet, modifient peu le taux de polarisation. Nous sommes donc dans des conditions où la résonance magnétique est possible [12, 14].

La difficulté essentielle de la méthode a été la présence de résonance cyclotron apparaissant aux facteurs de Landé  $g = 2$  et  $g = 1$ . Ces résonances, assez larges, masquent et déforment les résonances d'origine atomique. En étudiant la géométrie des électrodes et celle du pinceau atomique, nous avons pu pratiquement les éliminer.

L'appareil est réalisé comme le montre schématiquement la figure 1. Le pinceau d'électrons, de section  $15 \times 8$  mm, a une longueur de 4 mm. Le champ de radiofréquence, d'axe  $ox$  ou d'axe  $oy$ , dont la fréquence peut varier de 25 à 600 Mcs, est créé par différents systèmes de résonateurs. Le champ magnétique  $H$  est dirigé suivant  $oz$ .

*Expériences sur le mercure.*

Nous avons étudié les résonances des niveaux  $6^3F_4$ ,  $7^3P_2$  et celle du niveau  $1D_2$  de configuration électronique  $5d^9 6s^2 6p$ . Les résonances des niveaux  $6^3F_4$  et  $7^3P_2$  ont été vues par un effet de cascade en étudiant les variations de polarisation des raies  $6^3D_3 - 6^3P_2$  pour le niveau  $6^3F_4$  et  $7^3S_1 - 7^3P_2$  pour le niveau  $7^3P_2$  [13].

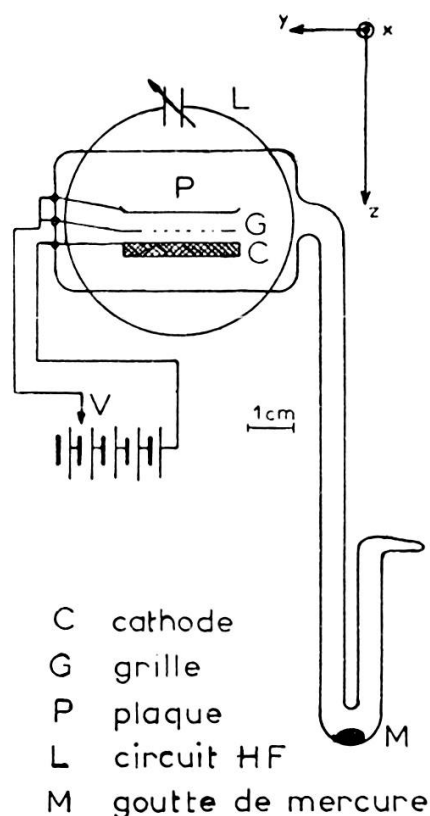


Fig. 1.

Nous avons mesuré la durée de vie de ces niveaux en étudiant les résonances des isotopes pairs du mercure naturel, et leur facteur de Landé  $g_J$ . Pour les isotopes 199 et 201, nous avons utilisé des échantillons enrichis. Nous avons déterminé les rapports  $g_F/g_J$  qui se sont révélés en excellent accord avec les valeurs théoriques. En outre, par étude du découplage hyperfin I-J, en utilisant une fréquence élevée pour le champ  $H_1$  (594 Mcs pour l'isotope 199, 310 Mcs pour l'isotope 201), nous avons pu déterminer une valeur approchée des structures hyperfines du niveau  $6^3F_4$ . Des mesures précises seront faites ultérieurement en étudiant les transitions haute

fréquence  $\Delta F = 1$ . Quelques résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous. La figure 2 montre un exemple de courbe de résonance (niveau  $6^3F_4$ , isotope 201).

Niveau	$6^3F_4$	$7^3P_2$	$5^1D_2$
Durée de vie	$4,50 \pm 0,12 \cdot 10^{-7}$ sec	$2,10 \pm 0,07 \cdot 10^{-7}$ sec	$1,6 \pm 0,16 \cdot 10^{-6}$ sec
théorique $g_j$	1,25	1,5	1
expérimental	$1,2477 \pm 0,0004$	$1,4402 \pm 0,0007$	$1,1203 \pm 0,0003$
Structure hyperfine			
199	$5650 \pm 100$ Mcs		
201	$1820 \pm 100$ Mcs $2340 \pm 100$ Mcs $2860 \pm 100$ Mcs		

*Expériences sur le sodium.*

Nous avons récemment commencé l'étude du sodium par cette technique et nous avons décelé les résonances des niveaux  $5D_{5/2}$ ,  $4D_{3/2}$ ,  $4D_{5/2}$ ; il sera

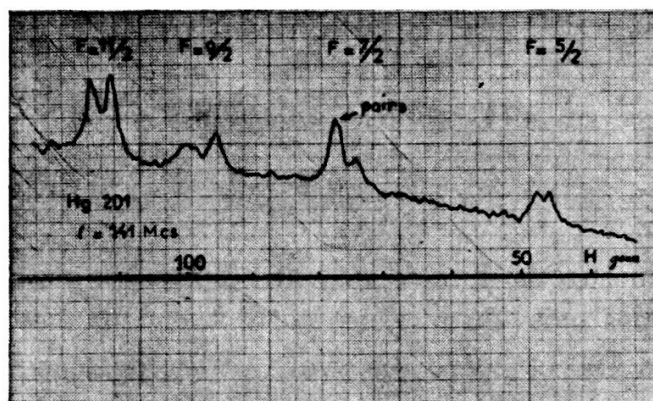


Fig. 2.

donc possible de déterminer la durée de vie et la structure hyperfine de ces niveaux. Les raies issues des niveaux S et P semblent ne pas être polarisées. Aucune résonance n'a été trouvée sur ces raies. Nous espérons créer

des inégalités de population dans ces niveaux en bombardant électroniquement un jet d'atomes de sodium préalablement orientés dans l'état fondamental par pompage optique.

En résumé, cette méthode complète la méthode de double résonance en permettant l'étude de niveaux dont la durée de vie est supérieure à  $0,5 \cdot 10^{-8}$  seconde, un champ de radiofréquence trop intense perturbant sérieusement les trajectoires électroniques. De nombreux éléments pourront être ainsi étudiés, en particulier les gaz rares.

### RÉFÉRENCES

1. BROSEL, J., A. KASTLER, *C. R.*, 229, 1213 (1949).
  2. —, F. BITTER, *Phys. Rev.*, 86, 311 (1952).
  3. SAGALYN, P. L., *Phys. Rev.*, 94, 885 (1954).
  4. ALTHOFF, K. et H. KRUGER, *Naturw.*, 41, 368 (1954).
  5. RITTER, G. J. et G. W. SERIES, *Proc. Phys. Soc., A* 68, 455 (1955).
  6. KRUGER, H., U. MEYER-BERKHOUT, *Naturw.*, 42, 94 (1955).
  7. BOCKMANN, K., H. KRUGER, E. RECKNAGEL, *Ann. Phys.*, 20, 250 (1957).
  8. BROSEL, J. et M<sup>lle</sup> C. JULIENNE, *C. R.*, 242, 2117 (1956).
  9. SKINNER, *Proc. Roy. Soc., A* 112, 642 (1926).
  10. — et APPEYARD, *Proc. Roy. Soc., A* 117, 224 (1928).
  11. STEINER, *Z. Physik.*, 52, 516 (1929).
  12. PÉBAY-PEYROULA, J.-C., J. BROSEL, A. KASTLER, *C. R.*, 244, 57 (1957).
  13. —, J. BROSEL, A. KASTLER, *C. R.*, 245, 840 (1957).
  14. DEHMELT, H. G., *Phys. Rev.*, 103, 1126 (1956).
-