

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]

**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

**Band:** 11 (1958)

**Heft:** 7: Colloque Ampère

**Artikel:** Mécanisme de l'action d'un champ cubique sur le niveau fondamental de l'ion Gd+++

**Autor:** Lacroix, Roger

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738871>

#### **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:** 13.01.2026

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

# **Mécanisme de l'action d'un champ cubique sur le niveau fondamental de l'ion $Gd^{+++}$**

par Roger LACROIX

Institut de Physique théorique, Université de Genève

---

Le niveau fondamental de l'ion  $Gd^{+++}$  est le niveau  $^8S_{\frac{1}{2}}$  appartenant à la configuration  $4f^7 (5s^2 5p^6)$ . Dégénéré d'ordre 8, il se subdivise sous l'action d'un champ électrique cristallin de symétrie cubique en deux niveaux doubles et un quadruplet.

Ryter [1] a mesuré la séparation des niveaux dans le cas d'ions  $Gd^{+++}$  substitués à des ions  $Ca^{++}$  dans des cristaux de fluorine. Il a observé un écart total de  $0,149 \text{ cm}^{-1}$  et un rapport des distances de chacun des doublets au quadruplet de 0,596. Ce rapport ne s'écarte que de 1% de la valeur  $\frac{3}{5}$  qu'on devrait obtenir si l'effet n'était dû qu'à des termes linéaires dans le potentiel cristallin. On peut donc en conclure que ce sont ces termes qui sont prépondérants.

Il n'est pas sans intérêt de confronter cette valeur expérimentale avec le résultat de la théorie, en supposant, selon le modèle communément admis, que seuls interviennent les éléments de matrice du potentiel cristallin  $V$  et de l'interaction spin-orbite  $\Lambda$  entre états de la configuration  $4f^7$ .

Van Vleck et Penney [2] ont montré que, dans ce cas, la première approximation du calcul de perturbation à laquelle la théorie des groupes permet de n'être pas nulle est la cinquième. Cependant, comme nous l'avons indiqué récemment [3], si on tient compte du fait que la configuration  $f^7$  correspond à une couche électronique à demi pleine, on voit que la cinquième approximation est identiquement nulle et qu'il faut faire intervenir la sixième.

C'est cette dernière que nous avons calculée. L'expérience montrant la prépondérance des termes linéaires en  $V$ , nous n'avons retenu que les termes du premier degré en  $V$  et du cinquième en  $\Lambda$ .

Nous avons admis pour la constante d'interaction spin-orbite la valeur  $1540 \text{ cm}^{-1}$  obtenue par interpolation des valeurs tirées de l'expérience par Judd [4] pour les ions  $Eu^{+++}$  et  $Tb^{+++}$ . Quant aux éléments de matrice du champ cristallin, nous les avons évalués selon un modèle où les ions fluor

sont considérés comme des charges ponctuelles et en prenant pour  $\langle r^4 \rangle$  la valeur  $0,07 \text{ \AA}^4$ , extrapolée à partir de la valeur calculée par Judd [5] pour  $\text{Pr}^{+++}$ .

Les écarts d'énergie entre niveaux de la configuration  $4f^7$  ont été calculés par la méthode de Racah [6] à partir des niveaux  $^6P$  et  $^6I$  connus expérimentalement et en attribuant une fonction d'onde hydrogénoides aux électrons  $4f$ .

Tous calculs faits, on obtient pour l'écart total  $0,015 \text{ cm}^{-1}$ , résultat qu'on peut estimer exact à 20% près. On voit ainsi que le modèle choisi conduit à une valeur théorique de l'écart égale au dixième de la valeur expérimentale. Il est donc totalement insuffisant.

On pourrait concevoir encore un autre mécanisme ne faisant intervenir que des états de la configuration  $4f^7$ , en introduisant dans l'hamiltonien de perturbation l'interaction spin-spin  $W$ . On aurait alors un effet à la cinquième approximation, linéaire en  $V$  et  $W$ , et cubique en  $\Lambda$ . Mais on peut voir qu'à cause de la petitesse des éléments de matrice de  $W$ , cette contribution ne peut qu'être inférieure à la précédente.

Nous conclurons donc que le mécanisme de l'action du champ cristallin cubique sur l'ion  $\text{Gd}^{+++}$  doit nécessairement faire intervenir une autre configuration que  $4f^7$ . La plus proche de même parité est très probablement  $4f^6 (5s^2 5p^6) 6p$ . Quant aux schémas dans lesquels elle pourrait jouer un rôle, deux nous semblent avoir de l'importance :

- 1° Une approximation de quatrième ordre, dont les termes sont linéaires en  $V$  et  $W$  et quadratiques en  $\Lambda$ .
- 2° Une approximation de sixième ordre, mettant en jeu l'interaction de configuration, linéaire en  $V$  et  $Q$  (interaction électrostatique) et du quatrième degré en  $\Lambda$ .

Nos recherches se poursuivent, en vue d'évaluer l'ordre de grandeur de l'effet résultant des mécanismes proposés.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. RYTER, C., *H.P.A.*, 30, 395 (1957).
2. VAN VLECK, J. H et W. G. PENNEY, *Phil. Mag.*, 17, 961 (1934).
3. LACROIX, R., *H.P.A.*, 30, 479 (1957).
4. JUDD, B. R., *Proc. Phys. Soc.*, 69, 157 (1956).
5. —, non publié.
6. RACAH, G., *Phys. Rev.*, 76, 1352 (1949).