HAL
open science

DICHROÏSME CIRCULAIRE MAGNÉTIQUE DE FILMS MINCES DE EuTe et EuSe jusqu'à 5 °K

J. Ferre, M. Billardon, J. Badoz, R. Suryanarayanan, C. Paparoditis

▶ **To cite this version:**

J. Ferre, M. Billardon, J. Badoz, R. Suryanarayanan, C. Paparoditis. DICHROÏSME CIRCULAIRE MAGNÉTIQUE DE FILMS MINCES DE EuTe et EuSe jusqu'à 5 °K. Journal de Physique Colloques, 1971, 32 (C1), pp.C1-930-C1-931. 10.1051/jphyscol:19711332 . jpa-00214366

HAL Id: jpa-00214366

https://hal.science/jpa-00214366

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DICHROÏSME CIRCULAIRE MAGNÉTIQUE DE FILMS MINCES DE EuTe et EuSe jusqu'à 5 °K

J. FERRE, M. BILLARDON, J. BADOZ (*)
EPCI, 10, rue Vauquelin, Paris Ve (*)
R. SURYANARAYANAN. C. PAPARODITIS
Laboratoire de Physique des Solides, C. N. R. S., 92, Belleuve

Résumé. — Nous avons mesuré le dichroïsme circulaire magnétique (DCM) de couches minces de EuTe et EuSe dans le domaine spectral 1,5-5 eV à plusieurs températures (5 °K < T < 300 °K) et pour différentes valeurs du champ magnétique (10^2 à 5×10^4 gauss). On en a déduit l'influence du champ d'échange sur les niveaux excités en dessous de la température d'ordre magnétique.

Abstract. — Magnetic circular dichroism spectra have been obtained on EuTe and EuSe thin films in the spectral range 1.5-5 eV, as a function of temperature (5 °K < T < 300 °K) and of the magnetic field (from 10^2 up to 5×10^4 gauss). The influence of the exchange field in the excited states has been inferred below the temperature of magnetic order.

Le dichroïsme circulaire magnétique (DCM) de couches minces de EuTe [1] a permis d'obtenir des résultats spectroscopiques intéressants. Nous étendons cette étude à EuSe et signalons les faits les plus saillants de la modification des spectres de ces matériaux en dessous de leur température d'ordre magnétique. Nous avons préparé des couches minces épitaxiées sur supports clivés de NaCl (100) ou CaF_2 (111) par coévaporation des éléments sous vide [2].

Le DCM est la différence d'absorption en lumière circulairement polarisée $\sigma +$ et $\sigma -$; le champ magnétique H est appliqué parallèlement à la direction de propagation de la lumière. Pour les chalcogénures d'europium on interprète les spectres au moyen de la formule simplifiée [3] :

$$[\Delta D]/D_m = \Delta D/D_m H = (b + c/kT) f(\nu)$$

où $D = D_m f(\nu)$ (D représente la densité optique d'une raie et $f(\nu)$ sa fonction forme). A chaque pic dichroïque correspond alors une composante d'absorption. Le dispositif expérimental a été décrit précédemment [3] et l'utilisation d'une bande passante de 2×10^{-3} eV permet une analyse fine des spectres. L'emploi d'une méthode différentielle permet de mesurer des phénomènes petits ($\Delta D \sim 10^{-5}$) inaccessibles par des mesures directes en lumière $\sigma +$ puis $\sigma -$.

1. **DCM au-dessus de la température d'ordre T_0.** — Le DCM [1] permet de résoudre la structure fine de chacune des deux bandes d'absorption de EuTe (Fig. 1) et EuSe (Fig. 2) ; sa variation en fonction de la température confirme le caractère paramagnétique de l'état fondamental $4f^7(^8S_{7/2})$ de Eu^{2+}. Le déplacement d'ensemble des raies A, B (et A', B') vers le rouge, lorsque T décroît, semble dû à la contraction du support cristallin car il n'apparaît pas sur support amorphe (vycor) ; cette remarque est en accord avec la nature des transitions $4f^7 \rightarrow 4f^6(^7F_J)\, 5d(t_{2g})$ mises en jeu. Comme pour Eu^{2+} dilué dans une matrice de KCl [4] on résout la structure spin-orbite des bandes. La comparaison des valeurs expérimentales et théoriques

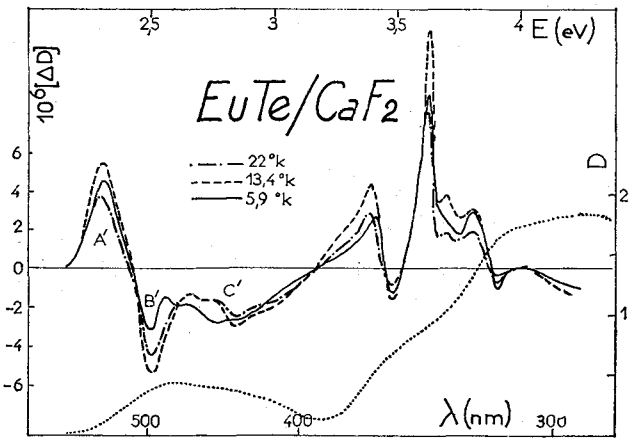

FIG. 1. — DCM (haut) en gauss^{-1} et absorption (bas) de EuTe/CaF_2 à différentes températures.

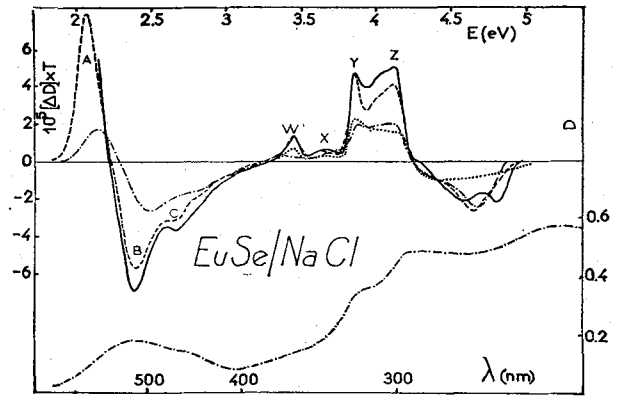

FIG. 2. — Produit (DCM (gauss^{-1}) temperature) (haut) et absorption (bas) de EuSe/NaCl à ——●—— 295 °K ; - - - - - - - - 50 °K ; ———— 12,5 °K ; ..... 6 °K

de c permet de faire correspondre aux raies A et B (ou A' et B') des transitions vers les composantes spin-orbite $^8P_{5/2}$ et $^8P_{9/2}$ respectivement. Les raies A, B, C, déjà séparées à température ordinaire, seulement en DCM, semblent correspondre à celles qui ont été décelées sous T_0 en absorption [5]. La bande située

(*) Equipe de recherche n° 5 du CNRS.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphyscol:19711332

dans le proche ultra-violet est plus complexe. Lorsque la température décroît, les raies fines (W, X) se déplacent vers le bleu tandis que la position de (Y, Z) est invariante. Les raies Y et Z peuvent provenir de transitions $4\,f^7(^8S_{7/2}) \rightarrow 4\,f^7(^6P, {}^6D, {}^6I)$ [6].

II. DCM au voisinage et en dessous de T_0. — EuTe : En dessous de la température de Néel (T_N = 9,8 °K) le DCM dû au terme c varie comme l'aimantation de l'échantillon. La différence de variation de l'amplitude des raies A' (2,32 eV) et B' (2,51 eV) (Fig. 1), en champ faible, en dessous de T_N provient du terme b dû au mélange des fonctions d'onde des niveaux excités par le champ d'échange.

EuSe : le DCM en région d'absorption constitue un outil précieux pour l'étude de matériaux métamagnétiques car il est très sensible aux changements de phase. L'invariance de DCM avec une faible inclinaison de la couche dans le faisceau montre que le dichroïsme dû à l'aimantation dans son plan par une composante parasite du champ magnétique reste négligeable. On atteint une saturation du DCM vers 7 °K. L'allure du spectre (H = 400 G) entre 2 et 3,5 eV ne subit pas de profondes modifications. Le DCM permet d'analyser le déplacement vers le rouge de la bande localisée vers 2,5 eV. Si la température décroît, on constate un déplacement d'ensemble de 0,05 eV des composantes vers le rouge (entre 14,4 °K et 6 °K) pouvant provenir d'une striction d'échange. En outre, on observe un élargissement des raies A (0,036 eV) et B (0,040 eV) dû à l'interaction d'échange dans l'état excité. L'échange se manifeste entre 3,7 et 5 eV par une modification importante du spectre (Fig. 2). On peut l'expliquer si on attribue les raies correspondantes aux transitions $4\,f^7 \rightarrow 4\,f^6(^7F_J)\,5\,d(e_g)$, les orbitales e_g dirigées vers l'anion étant responsables du superéchange. L'élargissement de la raie W en fonction du champ magnétique à 5,4 °K et le changement de sa structure dès 4 kG permet d'attribuer son existence à une transition $4\,f^7 \rightarrow 4\,f^6\,5\,d$. En dessous de T_0, après retrait du champ magnétique (1,4 kG) on décèle un dichroïsme résiduel lié à l'aimantation de l'échantillon ; elle disparaît brutalement à $T_0 = 6{,}70 \pm 0{,}05$ °K.

Bibliographie

[1] Briat (B.), Billardon (M.), Suryanarayanan (R.) et Paparoditis (C.), *Phys. Stat. Sol.*, 1969, **35**, 983.

[2] Suryanarayanan (R.) et Paparoditis (C.), Coll. Int. CNRS, « Les Eléments des Terres rares », Grenoble, 1969, **180**, 149.

[3] Badoz (J.), Billardon (M.), Boccara (A. C.) et Briat (B.), Symp. Faraday Soc., 1969, **3**, 27.

[4] Ferre (J.), Billardon (M.), Briat B ; *Phys. Stat. Sol.*, à paraître.

[5] Güntherodt (G.), Schoenes (J.) et Wachter (P.), *J. Appl. Phys.*, 1970, **41**, 1083.

[6] Tsu (R.) et Esaki (L.), *Phys. Rev. Lett.*, 1970, **24**, 455.