



**HAL**  
open science

**ETUDE DES TRANSITIONS DE PHASES  
MAGNETIQUES DANS EuSe ET EuTe PAR LA  
SPECTROSCOPIE PAR MODULATION  
THERMIQUE DANS LA PREMIERE BANDE  
D'ABSORPTION**

C. Paparoditis, J. Gillon, N. Defranould, J. Richard

► **To cite this version:**

C. Paparoditis, J. Gillon, N. Defranould, J. Richard. ETUDE DES TRANSITIONS DE PHASES MAGNETIQUES DANS EuSe ET EuTe PAR LA SPECTROSCOPIE PAR MODULATION THERMIQUE DANS LA PREMIERE BANDE D'ABSORPTION. Journal de Physique Colloques, 1980, 41 (C5), pp.C5-101-C5-104. 10.1051/jphyscol:1980519 . jpa-00219954

**HAL Id: jpa-00219954**

**<https://hal.science/jpa-00219954>**

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.

ETUDE DES TRANSITIONS DE PHASES MAGNETIQUES DANS EuSe ET EuTe PAR LA SPECTROSCOPIE PAR MODULATION THERMIQUE DANS LA PREMIERE BANDE D'ABSORPTION.

C. Paparoditis, J.C. Gillon, N. Defranould et J. Richard

Laboratoire d'Electrooptique, L.A. 190 du C.N.R.S., Parc Valrose 06034 Nice, France.

**Résumé.** - Les spectres de thermoreflexion (TR) et de thermotransmission (TT) subissent de profondes modifications au voisinage des transitions de phases magnétiques. Les transitions optiques situées dans la première bande d'absorption ont été étudiées en fonction de la température et du champ magnétique, ainsi qu'un certain nombre d'autres, aux énergies plus élevées.

**Abstract.** - Thermoreflexion (TR) and thermotransmission (TT) spectra undergo deep modifications in the region of magnetic phase transitions. Optical transitions situated in the first absorption band have been studied in their temperature and magnetic field dependence, with others at higher energies.

**Introduction.** - EuTe, au-dessous de  $T_N = 9,6$  K, est un antiferromagnétique du type MnO. La séquence NSNS des spins modifie la symétrie des bandes qui se séparent aux bords de la nouvelle zone magnétique de Brillouin /1/. Un champ magnétique faible suffit à produire la phase spin-flop /2/. Pour des champs croissants plus forts, les spins s'alignent progressivement dans la direction du champ jusqu'à l'alignement complet des spins.

Le diagramme de phase de EuSe est d'une très grande complexité /3/. L'intervalle de température 4,3 K - 10 K à l'intérieur duquel est circonscrite cette recherche, concerne la phase AFI dont la température de Néel est 4,6 K. L'arrangement des spins NNSS favorise un comportement ferromagnétique. Un champ magnétique n'excédant pas quelques Kilogauss semble suffire pour obtenir l'alignement complet des spins. Aux valeurs inférieures du champ, les phases sont très complexes.

Les spectres de thermoreflexion (TR) et de thermotransmission (TT) montrent que de profondes modifications optiques accompagnent ces transitions magnétiques sur une grande étendue d'énergie. La comparaison avec le monocristal /4/ peut se faire dans l'UV.

**Résultats Expérimentaux.** - Les échantillons sont des couches minces obtenues par coévaporation. EuSe # 1 sur pyrex, à texture

(200) a 0,56  $\mu\text{m}$  d'épaisseur ; EuSe # 3 sur silice fondue, 1,66  $\mu\text{m}$  ; EuTe # 5 sur pyrex, quelques 0,5  $\mu\text{m}$ . Pour TT, le rayon traverse une résistance transparente. La modulation est de 20 Hz pour TT et 10 Hz pour TR. EuSe : les spectres TR et TT (Fig.1) dans la phase antiferromagnétique sont profondément modifiés par le champ magnétique. Les signaux TR se répartissent dans trois régions.

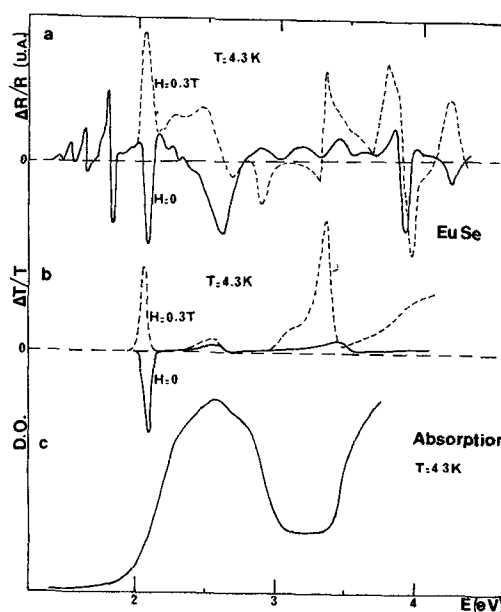


Fig.1.- EuSe a) Echantillon # 1 Spectre TR à 4,3 K (-) en champ nul ; (--) avec  $H = 0,3$  T. b) Echantillon # 3 Spectre TT à 4,3 K (-) en champ nul, (---) avec  $H = 0,3$  T. c) Spectre d'absorption à 4,3 K.

1) 3,1 - 4,4 eV : on distingue deux groupes de signaux

a) une paire (Fig.2) étudiée en fonction de la température et du champ. Deux signaux en forme de cloche au dessus de  $T_N$  soumis à un champ (Fig.2a) donnent l'un, à basse énergie, un signal en S, l'autre s'amplifie mais reste fixe en énergie. Si on abaisse la température (Fig.2b) les deux cloches se transforment précipitamment en deux S au voisinage de 4,6 K. Quand T décroît, les deux S se déplacent vers le rouge. Sous l'action de H (Fig.2c) la composante à basse énergie s'amplifie en se dédoublant ; l'autre composante en S se transforme en cloche, retournant ainsi à la configuration (Fig.2a) à 5,3 K ( $H \neq 0$ ). Le champ magnétique a ainsi aligné les spins de la phase AFI comme ceux de la phase paramagnétique et à un degré plus fort que celle-ci. Par ailleurs, il est évident que les deux composantes n'ont pas le même comportement /4/.

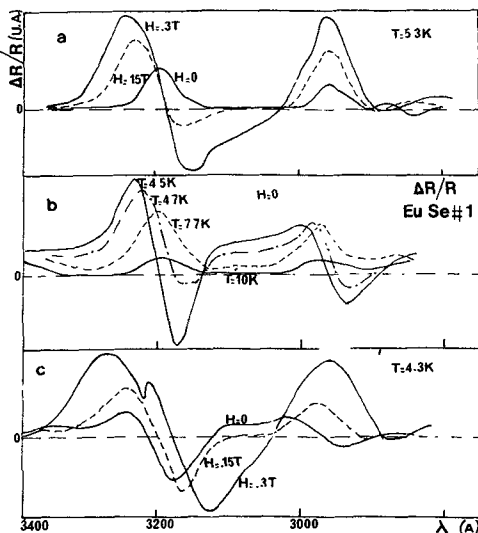


Fig.2.- Spectres TR de EuSe (#1) a) en fonction du champ sur le paramagnétique à 5,3 K b) en fonction de la température entre 4,5 K et 10 K c) en fonction du champ sur la phase AFI à 4,3 K.

b) le signal centré à 3,45 eV, tout en étant fixe, s'élargit sous l'effet de H en se dédoublant ; la nouvelle composante

située à basse énergie s'amplifie considérablement et se déplace vers le rouge en atteignant rapidement 3,31 eV. Le même phénomène observé sur EuS en thermoreflection /5/ et en dichroïsme circulaire magnétique sur EuS et EuSe par Ferré /6/, a été interprété comme dû à une transition f-d à un point particulier de la zone de Brillouin, donc à un état polarisé de spin. Le même phénomène est obtenu à l'état paramagnétique à 5,3 K sous l'effet de H.

2) 1,9 - 3,1 eV : a) un pic négatif à 2,59 eV décroît en présence de H, au profit d'un autre à 2,88 eV. Un transfert de transitions identique, observé en rotation Faraday /1b/ dans la phase AF II a été attribué à l'apparition d'une surstructure de spin. Cependant les surstructures dans AF I et AF II sont différentes.

b) au voisinage de 2,08 eV (4,3 K) la transition antiferromagnétique est marquée en TR et en TT par un grand signal négatif. Celui-ci a été étudié en fonction de T, de H, et de la puissance P de modulation thermique. La figure 3 montre les spectres TT. Ce signal s'inverse très rapidement autour de 4,6 K. Le seuil de stabilité pour P est de 1 mW pour une fréquence d'impulsion de 20 Hz en transmission. Le signal non déformé est observable jusqu'à quelques  $10^{-2}$  mW. Flanquée à ce signal, une raie excitonique très forte a été observée sur l'échantillon #1. L'origine électronique du signal à 2,08 eV semble être peu discutable.

3) 1,4 - 1,9 eV : un train de signaux excitoniques a également été observé (Fig. 1 et 3) sur le même échantillon dans la zone de transparence. Cette observation insolite et non imputable aux interférences pourrait s'expliquer par le multiplet  $4f^6$  ( ${}^7F_J$ ) couplé à la bande 6s. Le déplacement du signal à 1,78 eV et la variation de son amplitude sont indiqués sur la figure 6. Les autres composantes ont le même comportement. On remarquera, par le déplacement vers le rouge, le comportement ferromagnétique dans la phase AF I en champ nul. Sous l'action d'un champ magnétique, ce déplacement

augmente. La saturation en amplitude du signal  $\Delta R/R$  pour  $H = 1,5$  kG est conforme à l'apparition d'une nouvelle phase /3b, 3c/. Par ailleurs, la température de Néel est aisément reconnaissable dans le tracé de  $\Delta R/R = f(T)$ .

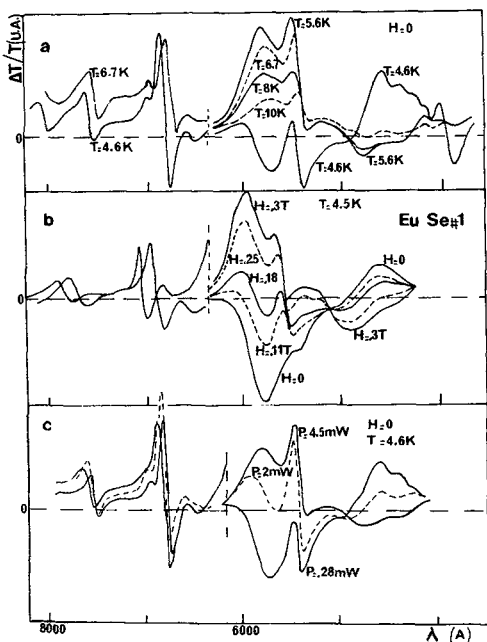


Fig.3.- Spectre TT de EuSe ( $\neq 1$ ). a) en fonction de la température entre 4,6 K et 5,6 K. b) en fonction du champ magnétique  $0 < H < 0,3$  T. c) en fonction de la puissance de modulation.

EuTe : les spectres TT et TR étendus, à  $T = 5$  K sont présentés sur la figure 4 avec la courbe de réflexion à 1,5 K /la/. L'application d'un champ magnétique,  $0 < H < 0,3$  T, modifie l'ensemble du spectre. Ces modifications persistent jusqu'à  $T = 2 T_N$ . Les plus importantes de ces modifications concernent l'ensemble de la première bande d'absorption ainsi que le deuxième pic de réflexion. Le premier pic a été bien étudié (Fig.5) en fonction de T et de H. On distingue un grand signal ferromagnétique autour de 1,86 eV : déplacement vers le rouge et accroissement de l'amplitude quand T décroît ; diminution de l'amplitude avec un champ croissant. Par ailleurs (Fig.6), le changement de pente de  $\Delta R/R = f(T)$

à  $T = T_N$ , marque la transition de phase.

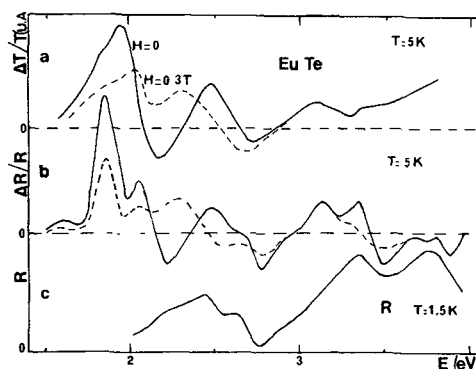


Fig.4 : EuTe à 5 K a) spectre TT en fonction du champ magnétique. b) spectre TR en fonction du champ. c) pouvoirs réflecteurs à 1,5 K /la/

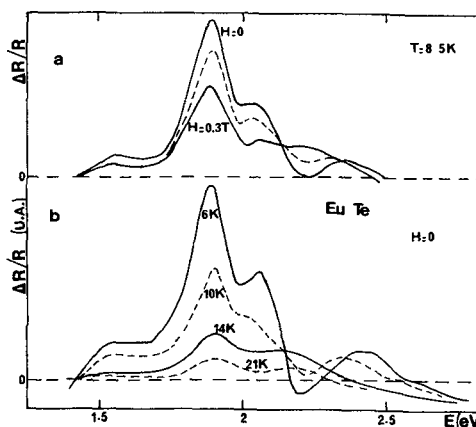


Fig.5 : EuTe a) Spectre TR en fonction du champ. b) Spectre TR en fonction de la température.

La séparation des deux composantes à 2,06 eV et 2,45 eV, stables dans la phase anti-ferro-, est réduite jusqu'à la coalescence de ces signaux en un signal unique à 2,25 eV par accroissement de T et de H. L'hypothèse de la zone magnétique de Brillouin due à une surstructure des spins semble pouvoir être retenue dans ce cas. Les modifications semblables autour de 3,4 eV ont probablement la même origine.

Conclusion.- Une stabilité de spin extrêmement délicate de EuSe et EuTe rend possible, par un faible niveau de modulation

thermique  $1 < P < 10^{-2}$  mW, l'étude fine des relations entre les propriétés optiques et la structure de spin de ces matériaux. La spectroscopie par modulation thermique permet ainsi de suivre optiquement les transitions de phases magnétiques. Elle a l'avantage de permettre ces études à champ zéro. Cette étude mériterait d'être étendue dans le domaine des plus basses températures et des champs plus intenses.

### Références

- /1/ a) Feinleib, J. and Pidgeon, C.R., Phys. Rev. Lett. 23 (1969) 1391; b) Schoenes, J. and Wachter, P., Physica 89b (1977) 155.
- /2/ Oliveira, N.F., Jr., Foner, S., Shapira, Y. and Reed, T.B., Phys. Rev. 5B (1972) 2634.
- /3/ a) Griessen, R., Landolt, M. and Ott, H. R., Solid State Commun 9 (1971) 2219; b) Komaru, T., Hihara, T. and Koi, Y., J. Phys. Soc. Japan 31 (1971); c) Kuznia C. and Kneer, G., Phys. Lett. 27A (1968) 664.
- /4/ Mitani, I. and Koda, T., Physica 89b (1977) 67.
- /5/ Paparoditis, C., Garrigos, R. and Gillon, J.C., Comptes rendus 281B (1975) 535.
- /6/ Ferré, J., J. Physique 35 (1974) 781.

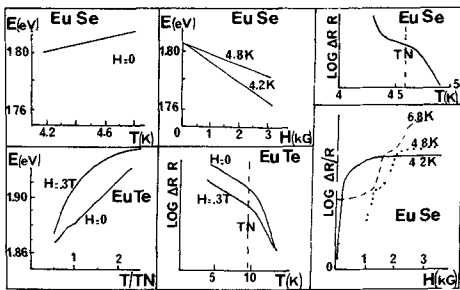


Fig.6 : EuSe (signal à 1,8 eV) : déplacement à champ nul ; déplacement à 4,2 K et à 4,8 K ; variation de l'amplitude en fonction de la température. Variation de l'amplitude avec le champ à 4,2 K, 4,8 K et 6,8 K. EuTe (signal à 1,86 eV) : déplacement en fonction de la température en champ nul et avec H + 0,3T ; variation de l'amplitude en fonction de la température.