Étude de la dispersion et de l'absorption de R. P. E. des sels paramagnétiques à 10 GHz et 16 GHz à l'aide d'interféromètres enregistreurs à trois ondes

J. Roch, R. Sardos, K. Haye, R. Chastanet

► To cite this version:

J. Roch, R. Sardos, K. Haye, R. Chastanet. Étude de la dispersion et de l'absorption de R. P. E. des sels paramagnétiques à 10 GHz et 16 GHz à l'aide d'interféromètres enregistreurs à trois ondes. *Revue de Physique Appliquée*, 1971, 6 (2), pp.247-249. 10.1051/rphysap:0197100602024700 . jpa-00243536

HAL Id: jpa-00243536

<https://hal.science/jpa-00243536>

Submitted on 1 Jan 1971

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.

« ÉTUDE DE LA DISPERSION ET DE L'ABSORPTION DE R. P. E. DES SELS PARAMAGNÉTIQUES A 10 GHz ET 16 GHz A L'AIDE D'INTERFÉROMÈTRES ENREGISTREURS A TROIS ONDES »

par J. ROCH, R. SARDOS, K. HAYE, et R. CHASTANET

Laboratoire de Physique Expérimentale, Faculté des Sciences de Bordeaux

Résumé. — Après avoir réalisé deux interféromètres enregistreurs à trois ondes de grande sensibilité pour les bandes X et Ku, les auteurs ont étudié l'absorption et la dispersion de R. P. E. de sels paramagnétiques soumis à un champ magnétique transverse.

Les diagrammes obtenus en portant les variations relatives d'amplitude en fonction des variations de phase ont permis de vérifier les prévisions théoriques.

Abstract. — After having realised two three wave recording interferometers of great sensitivity in the X and Ku bands the authors have studied the E. P. R. absorption and dispersion of paramagnetic salts set to a transverse static magnetic field.

The diagrams representing the relative amplitude variation vs. phase variation made it possible to verify the theoretical previsions.

Nous avons réalisé dans les bandes X et Ku deux interféromètres enregistreurs à 3 ondes de grande sensibilité en guides rectangulaires.

Ce type d'interféromètre dont le principe et la réalisation ont déjà été décrits par R. Sardos [1] permet d'enregistrer et de mesurer de faibles variations d'amplitude et de phase.

En bande X les plus petites variations de phase mesurables sont de l'ordre de 5" et les plus petites variations relatives d'amplitude de l'ordre de $2,5 \times 10^{-5}$; en bande Ku, les performances de l'interféromètre sont un peu moins bonnes.

Nous avons utilisé ces interféromètres pour effectuer des mesures d'absorption et de dispersion de R. P. E. de sels paramagnétiques. Le principe de ces mesures consiste à enregistrer les variations de l'amplitude et de la phase de l'onde transmise par un échantillon de sel paramagnétique en fonction du champ magnétique statique appliqué transversalement à la direction de propagation et parallèlement au champ électrique de l'onde.

Ces échantillons sont réalisés par compression des sels en poudre ; ils remplissent toute la section du guide rectangulaire et sont adaptés par des lames $\frac{1}{4}$ d'onde d'indice convenable [2].

Les mesures ont été réalisées à la température ambiante et à la fréquence de 9 275 MHz pour la bande X et de 16 000 MHz pour la bande Ku.

Dans ces conditions on montre alors facilement, en utilisant le tenseur de susceptibilité :

$$\begin{bmatrix} \chi_{\perp} - j\xi & 0 \\ j\xi & \chi_{\perp} & 0 \\ 0 & 0 & \chi_{\parallel} \end{bmatrix}$$

que la variation relative d'amplitude et la variation de phase sont respectivement proportionnelles à $(\chi'_{\perp} - \chi'_{\perp 0})$ et $(\chi'_{\perp} - \chi'_{\perp 0})$, χ_0 correspondant au champ nul [3].

Les résultats théoriques de Y. Servant [4], [5], [6] relatifs à la représentation de la quantité complexe $[(\chi_0 - \chi_{\perp})/\chi_0 \omega T_2]$ (où ω est la pulsation de l'onde, T_2 le temps de relaxation spin-spin et χ_0 la susceptibilité statique) permettent de prévoir que les diagrammes représentant la variation relative d'amplitude en fonction de la variation de phase correspondante doivent être dans le cas de corps à absorption de R. P. E. lorentzienne des cercles passant par l'origine et dans le cas de corps à absorption gaussienne des courbes fermées plus ou moins aplaties.

Faisant suite à des études déjà réalisées en bande X [3], [7] nous étudierons ici deux sels de manganèse à absorption lorentzienne (carbonate et oxalate de manganèse) et un sel à absorption gaussienne (alun de fer et d'ammonium) en bandes X et Ku.

Les figures 1 et 2 montrent les courbes obtenues pour ces différents corps. On peut vérifier que pour le MnCO_3 et le $\text{MnC}_2\text{O}_4, 2 \text{H}_2\text{O}$ la variation maximale d'absorption est égale à la variation maximale de dispersion ; pour l'alun on constate que ces deux variations sont nettement différentes.

Les diagrammes $(\Delta A/A, \Delta \Phi)$ obtenus pour le MnCO_3 (Fig. 3 et 4) et le $\text{MnC}_2\text{O}_4, 2 \text{H}_2\text{O}$ (non représentés) sont parfaitement circulaires et passent par l'origine conformément à la théorie. Les diagrammes correspondant à l'alun (Fig. 5 et 6) ne sont pas circulaires mais l'on constate que l'aplatissement, défini par le rapport de la longueur des axes, est le même pour les deux fréquences (0,69).

FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

FIG. 4.

FIG. 5.

FIG. 6.

Le paramétrage expérimental en champ magnétique est indiqué à l'extérieur des diagrammes ; le paramétrage théorique prévu pour la valeur correspondante de ωT_2 [5], [6] est indiqué à l'intérieur. On constate la

bonne concordance entre ces deux paramétrages pour les trois sels étudiés.

Dans le tableau, nous avons groupé les résultats obtenus pour les trois corps dans chaque bande.

Corps		D_{exp}	B_R	$\Delta B_{1/2}$	$\omega T_2 = \frac{^2 B_R}{\Delta B_{1/2}}$	D_{th}
—		—	—	—	—	—
MnCO_3	X	0,64	3 310	560	11,9	0,60
	Ku	0,74	5 740	550	20,9	0,75
$\text{MnC}_2\text{O}_4, 2 \text{H}_2\text{O}$	X	0,71	3 290	380	17,3	0,705
	Ku	0,78	5 710	370	30,9	0,82
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3, (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, 24 \text{H}_2\text{O}$	X	0,70	3 300	750	10,7	0,69
	Ku	0,78	5 700	730	18,9	0,81

La première colonne indique les valeurs du facteur de déflexion défini par le rapport des extremums de la variation de phase ; nous pouvons constater que ce facteur augmente avec la fréquence.

Les deux colonnes suivantes donnent les valeurs du champ d'absorption maximale et des largeurs à mi-hauteur ; on vérifie que ces dernières sont pratiquement indépendantes de la fréquence.

La 4^e colonne indique les valeurs du paramètre ωT_2 caractérisant la largeur relative d'absorption. Les

valeurs obtenues sont sensiblement dans le rapport des fréquences utilisées.

Dans la dernière colonne nous avons indiqué les valeurs du facteur de déflexion prévues théoriquement pour la valeur correspondante de ωT_2 [5]. Ces valeurs sont en bon accord avec les déflexions expérimentales.

Tous les résultats obtenus dans les deux bandes pour les sels étudiés sont en bon accord avec les prévisions théoriques tant pour les sels à absorption lorentzienne que pour le sel à absorption gaussienne.

Bibliographie

- [1] SARDOS (R.), *Rev. Phys. Appl.*, 1969, **4**, 29.
- [2] SARDOS (R.), Thèse Doctorat ès Sciences Physiques Bordeaux, 4 février 1965.
- [3] CHASTANET (R.), Thèse 3^e cycle, Bordeaux, 18 mars 1970.
- [4] SERVANT (Y.), Thèse Doctorat ès Sciences Physiques, Bordeaux, 2 mars 1968.
- [5] SERVANT (Y.), *C. R. Acad. Sci. Paris*, 1969, **268B**, 556.
- [6] SERVANT (Y.), *C. R. Acad. Sci. Paris*, 1969, **268B**, 1072.
- [7] SARDOS (R.) et CHASTANET (R.), *C. R. Acad. Sci. Paris*, 1970, **271B**, 571.