

ÉTUDE MAGNÉTO-OPTIQUE SELON L'ORIENTATION DANS LE PLAN DES « GOUTTES » SÉCHÉES DE SOL-GEL DOPÉE PAR DU FERRITE DE COBALT

**N. LAMAÏ^{1*}, F. ROYER², J. P. CHATELON², D. JAMON²,
S. NEVEU³ et J. J. ROUSSEAU²**

¹*Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché,
BP 130 Abéché, Tchad*

²*Université de Lyon, F-42023 Saint-Etienne, France et Université de Saint-Etienne, Jean Monnet, F-42000 Saint-Etienne, France LaHC UMR 5516*

³*Laboratoire PHENIX, Université Pierre et Marie Curie, UMR 8234,
4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France*

* Correspondance, e-mail : *lamaihubert@yahoo.fr*

RÉSUMÉ

Dans ce travail, nous nous proposons de discuter l'étude des effets magnéto-optiques des « gouttes » séchées de sol-gel dopées par du ferrite de cobalt acide dans le but d'amplifier l'effet de la mise en forme. La matrice de silice produite par voie sol-gel est utilisée car elle est une technique très performante dans la réalisation des couches minces ou « gouttes » séchées. L'étude a montré l'intérêt d'étudier les propriétés magnéto-optiques des « gouttes », en mettant en évidence l'existence du phénomène d'hystéresis. La comparaison des propriétés magnéto-optiques a montré clairement un effet de la mise en forme avec une aimantation des nanoparticules de ferrite de cobalt orientée préférentiellement dans le plan des « gouttes » séchées sur du substrat de verre.

Mots-clés : *sol-gel, ferrite de cobalt, « gouttes » séchées, rotation Faraday.*

ABSTRACT

Magneto-optical study by orientation in the plan "drip" dried for sol-gel doped by cobalt ferrite

In this work, we propose to discuss the study of magneto-optical effects "drops" of dried sol-gel doped with acid cobalt ferrite in order to amplify the effect of the formatting. The silica matrix produced by sol-gel method is used because it is a very effective technique in the realization of thin layers or

"drops" dried. The study has shown the interest to study the magneto-optical properties of "drops", highlighting the existence of hysteresis. Comparing the magneto-optical properties is clearly shown a shaping effect with the magnetization of the cobalt ferrite nanoparticles preferentially oriented in the plane of the "drops" dried over glass substrate.

Keywords : *sol-gel, cobalt ferrite, drip dried, Faraday rotation.*

I - INTRODUCTION

Les nanoparticules magnétiques font l'objet de nombreuses études depuis quelques années à cause de leurs propriétés magnétiques et physiques particulières, dépendant fortement de leur taille et de leur composition. En effet, de par leur taille nanométrique, elles présentent un potentiel d'application élevé dans la fabrication des dispositifs. L'objectif de ce travail, est de caractériser les propriétés magnéto-optiques [1, 2] des « gouttes » séchées sur du substrat de verre élaborées par dopage de la matrice de silice produite par voie sol-gel par des nanoparticules magnétiques de ferrite de cobalt acide (CoFe_2O_4), ensuite de comparer ces propriétés résultant de l'orientation magnétique.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Méthodes

Les « gouttes » séchées sur du substrat de verre ont été obtenues par dopage de la matrice de silice ($\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2$) produite par voie sol-gel en respectant le protocole établit par [3, 4] au laboratoire LaHC par des nanoparticules de ferrite de cobalt. La nanoparticule magnétique de ferrite de cobalt utilisée a été obtenue par coprécipitation [5] au laboratoire PHENIX selon le protocole élaboré par [6]. Dans le **Tableau** suivant, nous présentons nos échantillons :

Ferrite de cobalt	S487	Taille $\approx 20 \text{ nm}$
1. Hors champ	Séchage à l'air libre pendant 2h	U.V :25 mn
2. Sous champ parallèle	Electroaimant pendant 1h30mn	U.V :25 mn sous électroaimant
3. Sous champ perpendiculaire	Aimant ferrite pendant 1h20mn	U.V :25 mn

II-2. Matériel

Les échantillons ont été caractérisés avec le banc polarimétrique spectral de la **Figure 1**. L'obtention de la rotation Faraday, se fait par l'envoi d'une source de lumière à partir de la lampe. A la sortie du polariseur, la lumière est polarisée rectilignement, et après l'échantillon, elle est polarisée elliptiquement et dont les autres éléments vont nous permettre de déterminer ces deux paramètres : l'ellipticité et la rotation Faraday (ce qui nous intéresse) [7].

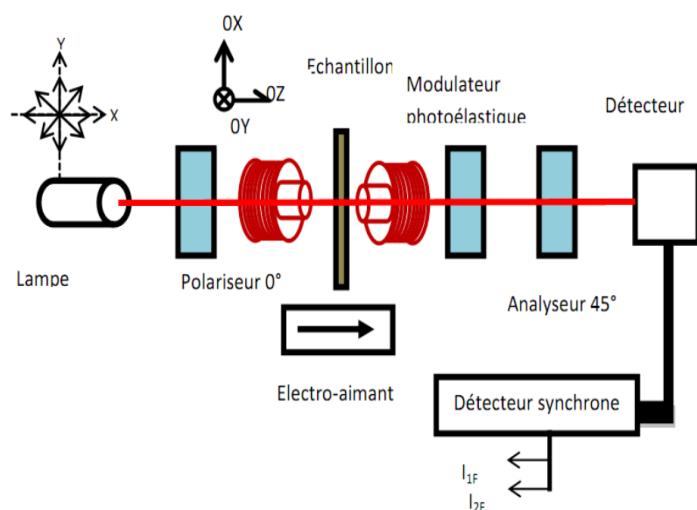


Figure 1 : Montage polarimétrique spectral utilisant le modulateur photo-élastique

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

Sur les **Figures 2, 3, 4** sont représentées les rotations Faraday des échantillons selon leur orientation. La **Figure 5** représente la comparaison des rotations Faraday normalisées des trois échantillons. Les mesures ont été faites en fonction du champ magnétique appliqué à la longueur d'onde de 820 nm. Les courbes présentent des cycles d'hystérésis avec une influence d'orientation du champ lors de la gélification (champ parallèle, champ perpendiculaire). Ce qui est en accord avec les anciens travaux réalisés au laboratoire [8]. On constate que le passage d'un champ parallèle à un champ perpendiculaire permet d'élargir le cycle d'hystérésis entre les deux. Le rapport de la rotation rémanente (rotation à zéro champ) et de la rotation Faraday à saturation en champ perpendiculaire atteint 50 % (courbe verte : voir **Figure 5**). La quantité de sol-gel utilisée est de 4 mL pour 100 μ L de nanoparticules de ferrite de cobalt.

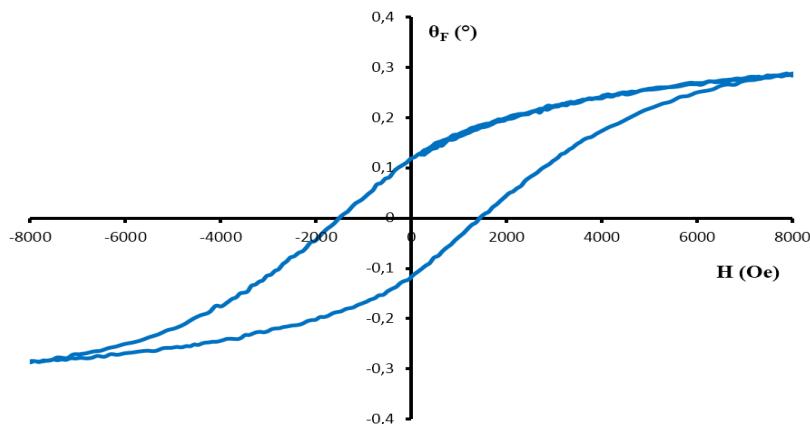


Figure 2 : Rotation Faraday relative de l'échantillon obtenu hors champ (1) en fonction du champ appliqué. Mesure réalisée à 820 nm

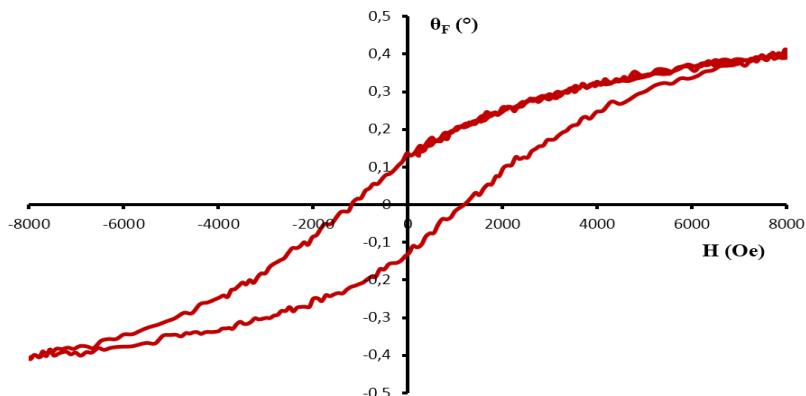


Figure 3 : Rotation Faraday relative de l'échantillon obtenu sous champ parallèle (2) en fonction du champ appliqué. Mesure réalisée à 820 nm

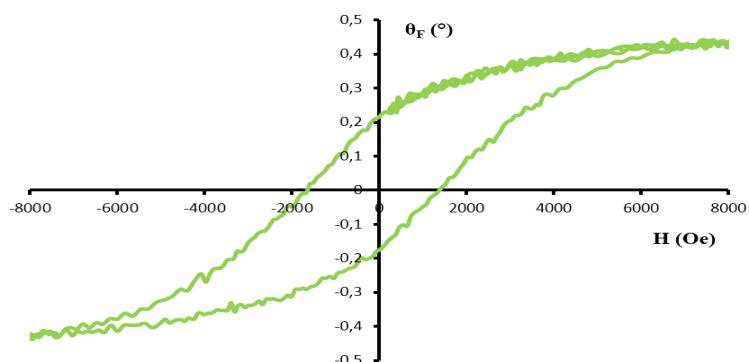


Figure 4 : Rotation Faraday relative de l'échantillon obtenu sous champ perpendiculaire (3) en fonction du champ appliqué. Mesure réalisée à 820 nm

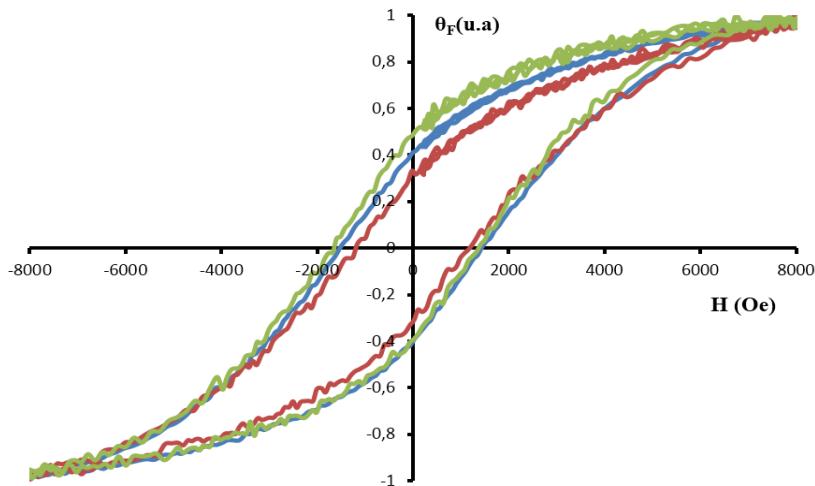


Figure 5 : Comparaison de la rotation Faraday normalisée des trois échantillons

Dans le cas d'applications magnéto-optiques basées sur l'utilisation du matériau composite solide, on peut retenir que pour favoriser la rémanence des composants auto-polarisés, il est nécessaire de générer une orientation magnétique préférentielle.

IV - CONCLUSION

L'objectif de ce travail était d'étudier les propriétés magnéto-optiques (rotation Faraday) des « gouttes » séchées de sol-gel dopé par de ferrite de cobalt acide. Les résultats obtenus montrent une nette différence pour l'aimantation des nanoparticules de ferrite de cobalt orientée préférentiellement dans le plan des « gouttes » séchées. Cette étude a permis de montrer aussi l'importance qu'apporte la technique sol-gel pour l'utilisation des nanoparticules magnétiques dans les matériaux composites.

RÉFÉRENCES

- [1] - N. LAMAÏ, F. ROYER, J. P. CHATELON, D. JAMON, S. NEVEU, M. F. BLANC-MIGNON et J. J. ROUSSEAU « Étude des propriétés magnéto-optiques des couches minces à base de ferrite de cobalt obtenues par voie sol-gel », AFRIQUE SCIENCE, Vol.11, N°1, (Janvier 2015) pp 96 - 101.

- [2] - F. ROYER, D. JAMON, J. J. ROUSSEAU, D. ZINS, V. CABUIL, S. NEVEU and H. ROUX, Progr. Coll. and Polym.Sc., vol 126, (2004) pp 155 - 158.
- [3] - C. J. BRINKER and G. W. SCHERER, Sol-Gel Science: « The Physics and Chemistry of Sol-Gel» Processing. Academic Press, San Diego, (1990).
- [4] - A. C. PIERRE, « Introduction to Sol-Gel » Processing Kluwer. Academic Publishers, Boston, (1998).
- [5] - S. NEVEU, A. BEE, M. ROBINEAU, D. TALBOT « Size-Selective Chemical Synthesis of Tartrate Stabilized Cobalt Ferrite Ionic Magnetic Fluid », *J. Coll. Int. Sc.*, Vol. 255, N°2, (2002) pp 293 - 298.
- [6] - R. MASSART, « Preparation of aqueous magnetic liquids in alkaline and acidic media» *IEEE Trans. Magn.* 17 (1981) 1247
- [7] - N. LAMAÏ, F. ROYER, J. P. CHATELON, D. JAMON, S. NEVEU, M. F. B. MIGNON, J. J. ROUSSEAU « Effet magnéto-optique et optique des couches minces à base de ferrite de cobalt », AFRIQUE SCIENCE, Vol.11, N°3, (Mai 2015) pp 21 - 26.
- [8] - F. CHOUEIKANI « Étude des potentialités de couches minces sol-gel dopées par des nanoparticules magnétiques pour la réalisation de composants magnéto-optiques intégrés ».Thèse de doctorat, Université Jean Monnet, St-Etienne, (2008).
- [9] - N. LAMAÏ, F. ROYER, J. P. CHATELON, D. JAMON, S. NEVEU, M. F. BLANC-MIGNON et J. J. ROUSSEAU « Étude magnéto-optique des couches minces de SiO₂/ZrO₂ dopées par le ferrite de cobalt », *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, N° 25, (Juin 2015) pp 14 - 20.
- [10] - N. LAMAÏ, F. ROYER, J. P. CHATELON, D. JAMON, S. NEVEU, J. J. ROUSSEAU « Étude des effets magnéto-optiques et optiques des nanoparticules magnétiques de ferrite de cobalt», *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, N° 26, (Décembre 2015) pp 91 - 98.