



**HAL**  
open science

## **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> par ALD : un encapsulant structurable pour les composants photoniques à matériau à transition de spin**

Manon Drob, Ayman Hoblos, Jesukpego Anorld Capo Chichi, Pascal Dubreuil, Ludovic Salvagnac, Lionel Salmon, Gábor Molnár, Karl Ridier, Azzedine Bousseksou, Stéphane Calvez

### ► To cite this version:

Manon Drob, Ayman Hoblos, Jesukpego Anorld Capo Chichi, Pascal Dubreuil, Ludovic Salvagnac, et al.. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> par ALD : un encapsulant structurable pour les composants photoniques à matériau à transition de spin. Workshop du GDR RAFALD, Nov 2024, Nantes (France), France. poster #4, 2024. hal-04794507

**HAL Id: hal-04794507**

**<https://laas.hal.science/hal-04794507v1>**

Submitted on 20 Nov 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Introduction

### Positionnement général :

> La mise en place d'une activation optique compacte dans les composants et circuits photoniques requière des matériaux présentant un fort changement d'indice (complexe) de réfraction, propriété favorisée par un changement de phase

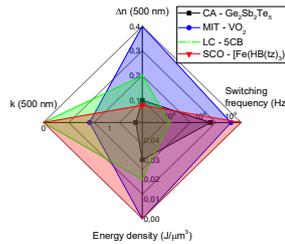
> Différentes classes de matériaux à changement de phase

- Transition ordre/désordre : cristaux liquides
- Transition métal/isolant : VO<sub>2</sub>
- Transition amorphe/cristal : Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>(Se<sub>2</sub>)Te<sub>5</sub>
- Transition électronique (de spin) = Spin-CrossOver : complexes comme le [Fe(HB(z<sub>2</sub>))<sub>2</sub>]

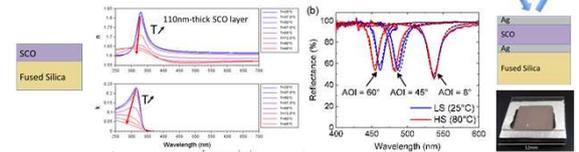
> Les matériaux SCO sont particulièrement attractifs pour le visible [1]

- Δn~0.05
- k (500nm) <10<sup>-3</sup>
- T~65°C
- Commutation rapide >MHz

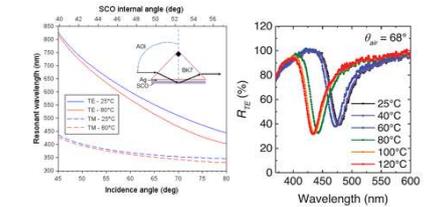
[1]: L. Zhang et al., "Thermo-Optical Switches Based on Spin-Crossover Molecules with Wideband Transparency", *Advanced Optical Materials*, 202303252 (2024). DOI: 10.1002/adom.202303252.



### Les SCO dans les composants optiques



Y. Zhang et al, *Journal of Materials Chemistry C*, 8, 8007-8011 (2020)



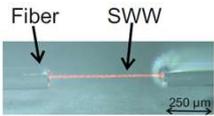
L. Zhang et al, *Adv. Optical Mater.*, 2303252 (2024)

- ✓ Modulateurs visibles démontrés (avec des performances correctes à bonnes)
- ✗ Composants « massifs » uniquement

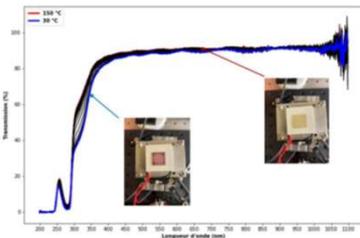
## Approches pour l'optique guidée

### « Nanocomposites »

- Polymères chargés en nanoparticules SCO



A. Gunther et al, *Scientific Reports*, 14, 5897 (2024)



J. A. Capo Chichi et al, "Visible-light modulators and power limiters based on spin crossover material thin films", *Photonics West*, 13363, Paper 13363-8, (2025)

- ✓ Activation obtenue
- ✗ Agrégation des nanoparticules et pertes élevées
- ✗ Faible modulation ou grandes longueurs nécessaires

### « Evaporation encapsulation »

- Complexes moléculaires déposés en couche mince par évaporation thermique

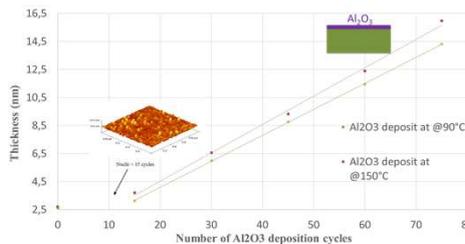
- Micro/nano-structuration à mettre en place

• **Problème** : grande solubilité des SCO dans les solvants (eau, cétone, alcools,...)

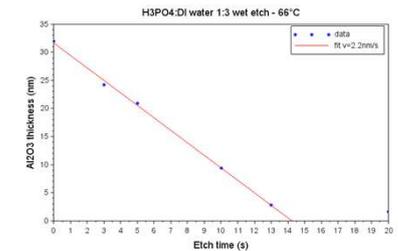
• **Solution étudiée** :

- Encapsulation par dépôt ALD d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Micro/nano-structuration de la couche encapsulante pour création de guides d'onde optiques

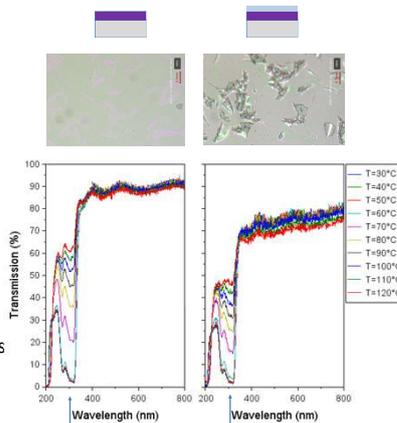
### Calibration des dépôts ALD d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



### Calibration de la gravure de couches ALD d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

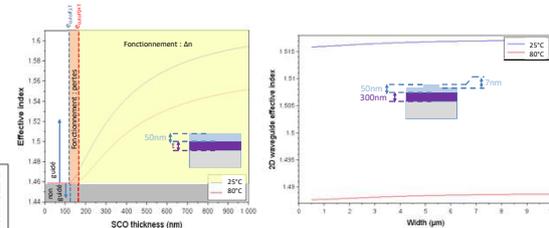


### Validation de l'encapsulation de films SCO

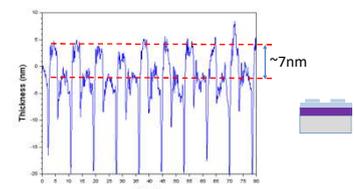


Bande spectrale de suivi de la transition SCO

### Conception de modulateurs à guide SCO



### Profils des guides SCO réalisés



## Conclusions

- ✓ Matériaux à SCO attractifs pour l'activation optique visible
- ✓ Modulateurs « massifs » visibles démontrés
- ✗ Composants d'optique guidée à SCO en cours de développement
  - Voie nanocomposite fonctionnelle mais performances limitées
  - Voie « évaporation encapsulation » en cours d'exploration
    - Encapsulation effective
    - Structuration démontrée
    - Guides d'onde activables conçus et réalisés
    - ✗ Dispositifs à tester