



PHYSIQUE – CHIMIE  
INGÉNIERIE

NANOSCIENCES – PHOTONIQUE – SCIENCES DES MATÉRIAUX &  
CARACTÉRISATION

## Proposition de Thèse 2024-27

\_\_\_\_\_ :

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) UMR 6303 CNRS-Université  
Bourgogne, 9 avenue Alain Savary, BP 47870, 21078 Dijon

### Intitulé du sujet de thèse proposé :

**Photocatalyse plasmonique par des films minces poreux et opaques inverses  
nanocomposites élaborés par Atomic Layer Deposition**

### Description du projet scientifique :

Le but de ce travail est d'optimiser les performances photocatalytiques de films minces grâce aux effets plasmoniques obtenus par couplage d'un semiconducteur comme le dioxyde de titane à des nanoparticules d'or, et cela pour des films d'une grande surface spécifique comme c'est le cas des films très poreux et des films de structure opale inverse.

Le département Interfaces du Laboratoire ICB développe depuis quelques années un projet de recherche axé sur cette thématique. Dans ce cadre, des films minces opaques inverses de dioxyde de titane ont été élaborés par la technique ALD (Atomic Layer Deposition). Cette technique offre des avantages notables pour la réalisation de dépôts qui recouvrent parfaitement des substrats de morphologie complexe. L'amélioration de l'activité photocatalytique de ces films pour la dégradation d'un polluant organique a été démontrée. La même technique ALD a également permis de synthétiser des films d'une très grande porosité par une méthode originale.

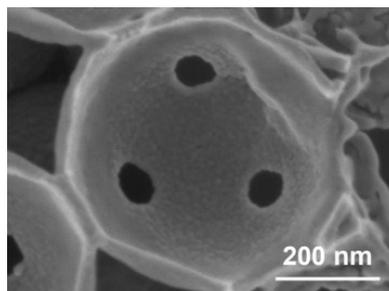
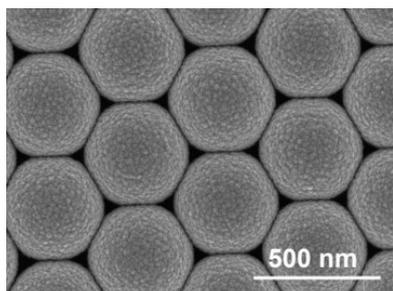
La taille minimale des pores qui constituent les films opaques inverses est actuellement limitée par la température minimale de synthèse par ALD. Dans le cas du dioxyde de titane cette température se situe à environ 90 °C. En effet, ces coquilles sphériques sont obtenues grâce à un gabarit constitué de billes de polystyrène dont la température de fusion diminue sensiblement avec leur diamètre. Cet effet limite actuellement la taille de billes de PS qui peuvent être utilisées pour ce type de synthèses, et empêche d'obtenir de cette façon une augmentation de la surface spécifique grâce à la formation de pores de plus petite taille. Le développement et l'optimisation d'une méthode originale de chauffage pulsé permettant de limiter le bilan thermique lors d'un dépôt sera un des objectifs de ce travail de thèse.

Les travaux précédents ont rendu possible l'incorporation de nanoparticules d'or pré-formées utilisant le même dispositif ALD, ce qui a permis de synthétiser ainsi des films minces

nanocomposite TiO<sub>2</sub>/Au. Il reste cependant à développer d'avantage le potentiel de cette méthode par l'optimisation des effets plasmoniques. Il s'agira de varier la taille de nanoparticules et leur concentration, puis d'étudier l'effet d'une irradiation dans le visible sur les performances photocatalytiques de ces films.

Au-delà de l'activité photocatalytique de ces films nanocomposites, leur potentiel pour la détection de très faibles concentrations de polluants par SERS (Surface Enhanced Raman Scattering) sera également étudiée.

Des caractérisations structurales et physico-chimiques des systèmes élaborés seront indispensables pour comprendre les performances photocatalytiques et dégager l'influence des conditions d'élaboration et notamment le rôle de l'état des surfaces et des interfaces. Différentes techniques de microscopie électronique (MEB, MET) et de spectroscopie (Raman, XPS, ...) seront largement utilisées dans ce travail.



Opale inverse de TiO<sub>2</sub> élaboré par ALD

### **Connaissances et compétences requises :**

Des connaissances en physico-chimie du solide et en techniques de caractérisation des solides seront nécessaires. Un fort attrait pour le travail expérimental est requis pour ce sujet.

### **Enncadrants de thèse :**

Au département INTERFACES de l'ICB :

Pr. Luc MHOFF

[luc.imhoff@u-bourgogne.fr](mailto:luc.imhoff@u-bourgogne.fr)

tél. 0380396661

### **Financement**

Allocation de thèse MESRI (Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation).