المدرسة الوطنية للمهندسين بتونس
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis
LR20ES05
*PhotovoltaicsSemiconductorMaterialsLaboratory*

**Tunis le : 20/05/2021**

# Titre du projet :
# Elaboration de nouveaux matériaux composites d'oxydes transparents à base de graphène et de ZnO pour la photo-catalyse et la détection de gaz.

**Superviseur : Dr. Nabila BITRI HAMDI**
**E_mail : nabila.bitri@enit.utm.tn**
**Tél : 24290564**

## ❖ Résumé du projet :

Ces dernières années, la pollution de l'environnement, due à la production de carburant, a causé un problème dans différents secteurs de la société humaine. Différentes solutions ont été proposées pour réduire ces difficultés et contribuer à la décontamination de l'environnement. Dans ce contexte, la photo-catalyse et la détection de gaz présentent des alternatives pour minimiser ces obstacles ainsi de produire des carburants propres. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'utiliser des semi-conducteurs, qui sontnon toxiques et non corrosifs. Le projet se présente donc comme une contribution à la recherche de nouveaux matériaux semi-conducteurs d'oxydes transparents (Oxyde de Zinc (ZnO), Oxyde de graphène (GO) ou Dioxyde d'étain ($SnO_2$)) pour l'application photo-catalytique et la détection de gaz.

## ❖ Présentation du projet :

La dégradation photo-catalytique des colorants toxiques par des photo-catalyseursà semi-conducteurs, tels que $TiO_2$, ZnO, CuO et SnS ont été utilisés en raison de leur efficacité. Parmi ces différents matériaux, le ZnO qui présente une bande interdite de l'ordre de 3,37 eV,

abondant, peu coûteux, est le meilleur candidat pour la dégradation de certains colorants organiques avec une bonne efficacité photo-catalytique.

Des publications récentes, ont montré que le ZnO peut être utilisé pour la dégradation de colorants toxiques, ainsi que pour la stérilisation des bactéries. Cependant, le ZnO présente différents défauts tels que des lacunes d'oxygène et des interstitiels de zinc, qui peuvent être bénéfiques ou nocifs sous diverses formes de ce semi-conducteur. Vu que les performances photo-catalytiques dépendent de la surface duphoto catalyseur et du taux de recombinaison des électrons photo-induits avec leurs trous correspondants. Il est important de fabriquer des matériaux composites photo-catalytiquesplus fiables et plus sélectifs, tels que les nanotubes de carbone ou le ZnO dopé au graphène (ZnO/Graphène) [1]. Le graphène, qui comprend des feuilles bidimensionnelles d'atomes de carbone disposées dans une structure hexagonale, a une excellente conductivité électrique fait de lui un très bon candidat pour plusieurs applications tel que la photo-catalyse et la détection de gaz [1, 2, 3]. De plus, l'inclusion du graphène augmente la surface et la rugosité du film composite, ce qui améliore la réaction photo-électrochimique entre la surface du catalyseur et les polluants organiques. Ce qui, favorise le transport d'électrons pendant la photo-catalyse grâce à la réduction du taux de recombinaison de charge et améliore les performances photo-catalytiques [1].

Depuis la découverte du capteur de gaz résistif, les oxydes métalliques binaires tels que $SnO_2$, ZnO, NiO, CuO et $WO_3$ ont été utilisés comme matériaux sensibles en raison de leurs caractéristiques avancées [4]. Cependant, ces matériaux de détection réagissent avec plusieurs gaz simultanément. Afin de réaliser une détection sélective de gaz, plusieurs oxydes mixtes tels que CuO/ZnO, SnO2/CuO, ZnO/NiO, $WO_3$/NiO, ZnO/$SnO_2$, ZnO/GO etc... ont été synthétisés pour la détection des gaz sélectives [4].

C'est dans ce contexte qu'on propose de tester de nouveaux matériaux composites d'oxydes transparents :

- Pour la dégradation de colorants organiques **(ZnO/GO).**
- Pour la détection des gaz **(ZnO/$SnO_2$).**

***L'objectif général du projet est de fructifier l'interconnexion entre un laboratoire de recherche et l'industrie. Bénéficiant d'une expérience de plus de 30 ans dans le domaine des sciences des matériaux, on souhaite mettre en œuvre des composants fiables pour la détection de gaz nocifs et la neutralisation de polluants industriels.***

## ❖ Méthodologie et réalisation :

Profitant d'une grande expérience dans le domaine de la fabrication et la mise en œuvre de matériaux semi-conducteurs en couches minces pour diverses applications (photovoltaïque, détecteurs, capteurs,….) et avec plus de 200 publications dans ce domaine et une équipe de chercheurs de plus de 20 chercheurs entre doctorants et post docs, la réalisation des actions du projet ne vont pas se confronter à des difficultés majeures. De ce fait on propose la méthodologie suivante :

- La première étape,est consacrée à l'étude bibliographique du contexte de ce travail, ainsi que la description du procédé de la photo catalyse.
- La deuxième étape, consiste à l'élaboration et la mise en œuvre des matériaux semi-conducteurs composites en couches minces (ZnO/GO) et ($ZnO/SnO_2$) pour la photo-catalyseet pour la détection de gaz. Dans cette étude nous allons élaborer nos matériaux par la technique chimique « Spray pyrolyse ». Par la suite, un traitement thermique est recommandé pour l'obtention de couches minces bien cristallisées. Afin d'optimiser l'activité photo catalytique, il est important d'étudier l'effet de quelques paramètres de fabrication tel que : pourcentage d'incorporation de graphène, température de substrat, épaisseur, profil thermique pour le recuit …).
- La troisième étape, consiste à la caractérisation des couches minces à base du matériau mis en œuvre par plusieurs techniques (Diffraction des rayons X, Raman, Spectroscopie de rayons X à dispersion d'énergie, Spectroscopie d'impédance, Spectrophotométrie dans le domaine spectral 300-1800 nm, électrique, morphologique (MEB et AFM),..).
- La dernière étape, consiste à l'interprétation des principaux résultats obtenus et à la proposition de solutions réelles à l'échelle industrielle en tenant en compte de leur impact sur la société et sur l'environnement.

## ❖ Références bibliographiques :

[1] A. G. Abd-Elrahim, Doo-Man Chun, Ceramics International, Room-temperature deposition of ZnO-graphene nanocomposite hybrid photocatalysts for improved visible-light-driven degradation of methylene blue, 47**(2021)** 12812-12825.

[2] H.Y. Lee, Y.C. Heish, C.T. Lee, High sensitivity detection of nitrogen oxide gas at room temperature using zinc oxide-reduced graphene oxide sensing membrane, J. Alloys Compd. 773 **(2019)** 950–954.

[3] R.N. Gayen, R. Paul, S. Biswas, Schottky enabled enhanced UV detection by graphene oxide composited transparent ZnO thin films, Applied Surface Science 533 **(2020)** 147149.

[4] Chu Manh Hung, Han Viet Phuong, Vu Van Thinh, Le Thi Hong, Nguyen Tat Thang, Nguyen Hong Hanh, Nguyen QuangDich, Nguyen Van Duy, Nguyen Van Hieu, Nguyen Duc Hoa, Au doped $ZnO/SnO_2$ composite nanofibers for enhanced $H_2S$ gas sensing performance, Sensors and Actuators A: Physical, 317 **(2021)** 112454.

**Dr. Nabila BITRI**
**LPMS - ENIT**

Dr. Nabila Bitri
LPMS - ENIT

**Dr.Mohamed BEN RABEH**
**Directeur du laboratoire**
**LPMS - ENIT**

Mohamed Ben Rabeh
Maître de Conférences
LPMS - ENIT
Gsm: 97 442 362

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis
Laboratoire de Photovoltaïque et Matériaux semi-conducteurs