

**INSTITUT PASCAL – PHOTON - Microsystèmes Capteurs Chimiques**

**Directeur de thèse : Prof. Christelle Varenne (Professeure), [christelle.varenne@uca.fr](mailto:christelle.varenne@uca.fr)**

**Co-encadrant : Amadou Ndiaye (Ingénieur de Recherche), [amadou.ndiaye@uca.fr](mailto:amadou.ndiaye@uca.fr)**

**Titre du sujet de thèse : Développement et caractérisation d'une structure originale résistive bicouche Silicium/Graphène (Si/G) pour la détection d'hydrogène**

**Résumé du sujet de thèse : Face à la transition énergétique actuelle, marquée par l'épuisement des ressources fossiles, doublée d'un dérèglement climatique associé aux émissions de gaz à effet de serre, le gouvernement a lancé en 2020 un plan de relance visant notamment au développement de la filière hydrogène [1]. Vecteur énergétique d'avenir puisque sans génération de CO<sub>2</sub>, l'hydrogène possède de plus une densité d'énergie plus importante que les équivalents vecteurs d'énergie d'origine fossiles. Néanmoins, c'est un gaz qui requiert un haut niveau de surveillance sur toute la chaîne d'exploitation, du fait de son caractère explosif à certaines concentrations [2]. Ainsi, pour la production, le stockage ou la distribution d'hydrogène, la surveillance continue de fuites par des capteurs fiables, miniatures et faibles coûts est essentielle pour garantir la sécurité des personnes, des équipements et des infrastructures.**

**Pour répondre à cette problématique, l'équipe Systèmes et Microsystèmes Capteurs Chimiques a pour ambition de développer des capteurs résistifs bicouche dédiés à la détection de fuites d'hydrogène (H<sub>2</sub>) dans le cadre de ce projet de thèse déposé à l'EDSPI. L'étude prévoit de développer des couches sensibles à base de silicium et de graphène qui seront d'abord caractérisées séparément vis-à-vis de l'hydrogène avant d'être associées dans une structure bicouche unique bénéficiant des avantages des deux matériaux. Pour cela, la stratégie mise en place reposera sur la réalisation :**

**- de Silicium nanostructuré : la nanostructuration de la surface du silicium par méthode physique (via un masque) ou chimique permettra d'augmenter sa surface d'exposition et sa réactivité de surface tout en diminuant l'ancrage interfacial. Ensuite il sera décoré à l'aide de nanoparticules de palladium pour améliorer sa sensibilité vis-à-vis de l'hydrogène.**

**- de Graphène décoré par des nanoparticules (NPs) de palladium (Pd) et traité thermiquement. Grâce à sa surface spécifique importante (jusqu'à 2600 m<sup>2</sup>/g [3]), combinée aux propriétés catalytiques du palladium, cette structure renforcera la détection de l'hydrogène.**

**- de la structure mixte Silicium/Graphène inédite : cette configuration associera la stabilité et la sensibilité du silicium avec la réactivité du graphène, possédant une grande surface sensible et du palladium, reconnu comme le métal le plus sensible à l'hydrogène [4]**

**Cette structure bicouche innovante bénéficiera de la nouvelle plateforme de caractérisation par effet hall pour analyser les interactions électroniques et mieux comprendre les mécanismes réactionnels entre l'hydrogène et nos matériaux.**

**L'objectif sera d'optimiser les atouts de cette structure bicouche fonctionnalisée en exploitant les propriétés complémentaires des deux couches qui la composent, afin d'améliorer la détection de l'hydrogène.**

**Références :**

**[1] - <https://www.vie-publique.fr/discours/276268-bruno-le-maire-08092020-hydrogene-decarbone>**

**[2]- AFHYPAC, Données de base physico-chimiques sur l'hydrogène, in: F. Hydrogène (Ed.) L'encyclopédie**

**[3] - F. Bonaccorso, L. Colombo, G. Yu, M. Stoller, V. Tozzini, A.C. Ferrari, et al., Science, 347(2015) 1246501.**

**[4] - L. Moumaneix, A. Rautakorpi, T. Kallio, ChemElectroChem, 10 (2023) e202201109.**