

Probing the Bio-Interface: Leveraging XPS and PMIRRAS for Enhanced Biosensing

Souhir Boujday^{a*}, Yacine Mazouzi^a, Valentin Saliba^a, Antoine Miche^a, Christophe Méthivier^a, Alexis Loiseau^a, Anne Vallée^a, Michèle Salmain^b

^a Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Réactivité de Surface (LRS), F-75005, Paris, France

^b Sorbonne Université, CNRS, Institut Parisien de Chimie Moléculaire (IPCM), F-75005, Paris, France

*Contact: souhir.boujday@sorbonne-universite.fr

Résumé

La fonctionnalisation maîtrisée des surfaces, qu'il s'agisse de substrats plans ou de nanomatériaux, constitue un prérequis incontournable au développement de dispositifs analytiques performants. Dans le cas spécifique des biocapteurs, l'enjeu réside dans l'immobilisation d'éléments de reconnaissance (anticorps, aptamères) au plus près du transducteur. Si l'architecture de cette interface n'est pas rigoureusement contrôlée à l'échelle moléculaire, la bioactivité de ces biomolécules risque d'être altérée, voire annihilée. Dans cette optique, les techniques de caractérisation de surface jouent un rôle fondamental. Cette présentation illustre l'apport décisif d'une approche multi-technique combinant la Spectroscopie de Photoélectrons X (XPS) et la Spectroscopie Infrarouge de réflexion-absorption par modulation de polarisation (PMIRRAS). Dès l'étape initiale de formation des monocouches auto-assemblées (SAMs), ce couplage permet une analyse fine de l'interface : le PMIRRAS apporte des informations indispensables sur la composition chimique, l'orientation moléculaire et la conformation des couches greffées et la spectroscopie de photoélectrons X fournit une analyse quantitative précise de la composition élémentaire et des états chimiques de surface mais renseigne également sur l'organisation de la couche. L'apport de l'XPS est particulièrement prégnant lorsqu'il s'agit de caractériser l'assemblage de molécules thiolées sur de l'or, puisque cette technique permet de discriminer les états de liaison du soufre et d'en maîtriser l'assemblage.

À travers divers exemples, nous démontrerons comment cette caractérisation conjointe permet de corréler directement l'organisation structurale de l'interface avec l'adsorption ultérieure des biomolécules et la réponse biologique du capteur. Cet apport s'avère crucial aussi bien pour la génération de surfaces plasmoniques par voie chimique que pour le développement de biocapteurs compétitifs, où la stabilité de l'analogue immobilisé est garante de la fiabilité de la mesure. En définitive, nous montrerons que la maîtrise de la bio-interface par ces outils ouvre la voie à des dispositifs de biodétection plus sensibles, stables et reproductibles.

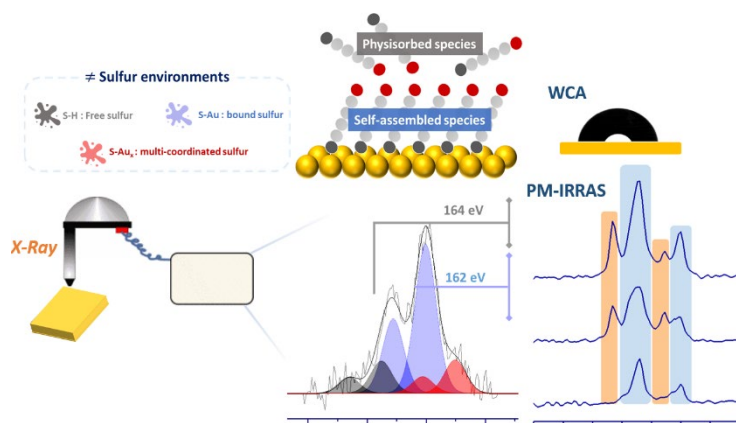


Figure 1. Légende (Times New Roman, 9 pts, centré)

Références

1. Sun, D.; Ben Romdhane, F.; Wilson, A.; Salmain, M.; and Boujday, S.. *ACS Appl. Nano Mater.* **2024**, 7, 5093–5102.
2. Mazouzi, Y., Miche, A., Loiseau, A., Beito, B., Methivier, C., Knopp, D., Salmain, M. and Boujday, S.; *ACS Sensors.* **2021**, 6, 9, 3485–3493.

Remerciements

Ces travaux ont été financés par le programme ASTRID de l'Agence de l'Innovation de Défense (AID) (projet Plasmosens ANR-23-ASTR-001-02).