



BALLAND Véronique
Maître de Conférences CN Section C.N.U. 32
Laboratoire d'Electrochimie Moléculaire
Université Paris Diderot – UMR CNRS 7591



Résumé des Activités de Recherche en vue de la soutenance d'une habilitation à diriger des recherches

Mon activité de recherche se situe à l'interface de la physico-chimie, de la chimie et de la biologie. Mes objectifs sont d'explicitier les relations structure-fonction dans les substances biologiques en développant des techniques couplant électrochimie et spectroscopie.

Mon activité scientifique a débuté en 1999, début de ma thèse de Doctorat, par l'étude de la réactivité entre des complexes de fer synthétiques, modèles de métalloenzymes non hémiques avec des oxydants chimiques donneur d'atome d'oxygène. Des intermédiaires du type fer-peroxo et fer-oxo ont été obtenus et caractérisés par des techniques spectroscopiques variées, et leur réactivité a été étudiée vis-à-vis de substrats aromatiques difficilement oxydables. J'ai complété cette formation à la chimie bioinorganique lors de mon stage post-doctoral, où je me suis intéressée à la relation structure-fonction dans une nouvelle hémoprotéine senseur du dioxygène chez les bactéries. J'ai ainsi pu acquérir des compétences en biochimie et me spécialiser en spectroscopie Raman de résonance.

En septembre 2004, j'ai intégré l'équipe *Réactivité enzymatique et nouvelles méthodologies électro-analytiques* dirigée par le Dr. Benoît Limoges au Laboratoire d'Electrochimie Moléculaire. Je me suis tout d'abord consacrée au développement d'une cellule de spectroélectrochimie adaptée à l'étude des protéines qui m'a permis de développer des collaborations fructueuses avec des collègues biochimistes. Parallèlement, j'ai développé des processus non dénaturants d'immobilisation de protéines sur des surfaces conductrices permettant leur étude par voltamétrie cyclique en condition de transfert d'électron direct et/ou médié.

Depuis peu, je m'intéresse à l'étude de systèmes hémiques adsorbés dans des d'électrodes mésoporeuses transparentes d'oxyde métallique. L'intérêt de ces électrodes est de permettre de coupler détection électrochimique et analyse spectroscopique d'une molécule redox préconcentrée dans le réseau mésoporeux. Ce travail s'effectue en collaboration étroite avec le Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris dirigé par le Dr. C. Sanchez pour la préparation d'électrodes tridimensionnelles d'oxyde de titane semi-conducteur d'épaisseur submicrométrique dont la porosité est parfaitement organisée. Nous avons démontré l'intérêt de ce type de structure pour l'adsorption rapide de grandes quantités de cytochrome c, hémoprotéine modèle, et de porphyrines de fer. Ces molécules adsorbées sont facilement détectées par spectroscopie d'absorption UV-visible et peuvent être réduites par transfert direct avec la matrice de TiO₂ dans une gamme de potentiel

appropriée. Nos études couplant électrochimie et spectroscopie d'absorption UV-visible ont permis d'établir un modèle cohérent des processus de transport de matière/transfert d'électron dans ces électrodes tridimensionnelles semi-conductrices. Nos résultats mettent aussi en évidence les limitations intrinsèques du dioxyde de titane pour la résolution temporelle de la technique de spectroélectrochimie que je souhaite développer.

Mes projets concernent principalement le développement d'une technique originale de spectroélectrochimie résolue en temps adaptée à l'étude des protéines basée sur l'utilisation d'électrodes mésoporeuses transparentes conductrices. Les électrodes utilisées seront constituées d'un réseau mésoporeux parfaitement organisé d'oxyde métallique dopé présentant une bonne conductivité. Une étude systématique des processus de transport de matière / transfert d'électron dans les réseaux mésoporeux sera effectuée et permettra d'optimiser les conditions de synthèse du matériau conducteur. La gamme des techniques spectroscopiques utilisées sera étendue à la spectroscopie Raman de résonance en collaboration avec l'équipe du Pr. J. Aubard de l'ITODYS afin d'obtenir des informations structurales précises sur les molécules adsorbées. Les électrodes ainsi préparées seront utilisées pour étudier différentes biomolécules (protéines, enzymes) par spectroélectrochimie avec une résolution temporelle qui devrait être submilliseconde. Cette nouvelle technique devrait être un outil particulièrement puissant permettant l'analyse en temps réel de processus biochimiques déclenchés par voie électrochimique tels que des cycles enzymatiques ou des transferts d'électrons longue distance.