

Post-doctorat en électrochimie et chimie des surfaces (18 mois)

Conception et caractérisation de surfaces fonctionnalisées pour l'immobilisation spécifique d'enzymes

Contexte

Comprendre comment la dynamique conformationnelle des protéines influence l'activité enzymatique constitue un défi majeur à l'interface de la chimie, de la biophysique et de la biologie moléculaire. Alors que les méthodes structurales avancées fournissent des informations précieuses sur les structures statiques des protéines, établir des corrélations directes entre les changements conformationnels et l'activité catalytique demeure particulièrement difficile. Le projet ECLECTYC, financé par l'ANR (Approche électrochimique et RPE de l'impact des changements conformationnels sur l'électrocatalyse enzymatique : cas de la copper efflux oxidase CueO), vise à développer des méthodologies innovantes combinant électrochimie, spectroscopie et microscopie afin d'étudier la dynamique conformationnelle des enzymes et son impact sur la bioélectrocatalyse.

Le projet s'intéresse à la multicuivre oxydase CueO, une enzyme modèle possédant un domaine riche en méthionines particulièrement flexible, dont la dynamique structurale est supposée réguler l'activité enzymatique. Un prérequis essentiel à ces études est le développement d'interfaces électrochimiques bien définies permettant l'immobilisation spécifique de variants enzymatiques sur des électrodes d'or avec une orientation contrôlée.

Dans ce cadre, la personne recrutée contribuera à la conception de plateformes moléculaires destinées à l'immobilisation des enzymes ainsi qu'à l'établissement de relations structure-propriétés robustes régissant le transfert d'électrons et l'orientation des enzymes.

Projet de recherche postdoctoral

Le projet portera sur le développement de plateformes réactives sur électrodes d'or permettant l'immobilisation spécifique de variants de CueO. L'objectif est d'obtenir une orientation contrôlée des enzymes ainsi qu'une interface électrochimique optimisée, deux conditions indispensables à l'étude des relations structure-fonction en bioélectrocatalyse.

Pour cela, des couches fonctionnalisées seront préparées à l'aide d'approches avancées de chimie des surfaces, puis post-fonctionnalisées de manière sélective par des réactions de couplage telles que le couplage thiol-maléimide ou la chimie « click » azoture-alcyne.

Le travail comprendra dans un premier temps la synthèse de précurseurs moléculaires réactifs portant des fonctions maléimides, azotures ou alcynes. Ces composés seront ensuite utilisés pour générer des couches fonctionnalisées sur des électrodes d'or, soit par formation de monocouches auto-assemblées (SAM), soit via la réduction de sels de diazonium.

Une attention particulière sera portée au contrôle de la densité, de l'accessibilité et de l'organisation spatiale des sites réactifs afin d'optimiser l'immobilisation ultérieure des protéines.

Les interfaces obtenues seront caractérisées de manière approfondie à l'aide de techniques analytiques complémentaires, notamment la voltammétrie cyclique (CV), la spectroscopie d'impédance électrochimique (EIS), la microbalance à cristal de quartz (QCM), la spectroscopie de photoélectrons X (XPS). Ces études permettront d'établir des corrélations entre la structure des surfaces, leur réactivité, leur stabilité et leurs propriétés de transfert d'électrons.

Dans un second temps, les plateformes optimisées seront utilisées pour l'immobilisation spécifique de variants de CueO synthétisés par les partenaires du projet. La personne recrutée participera à l'évaluation de l'efficacité de l'immobilisation et des performances électrochimiques des biointerfaces obtenues.

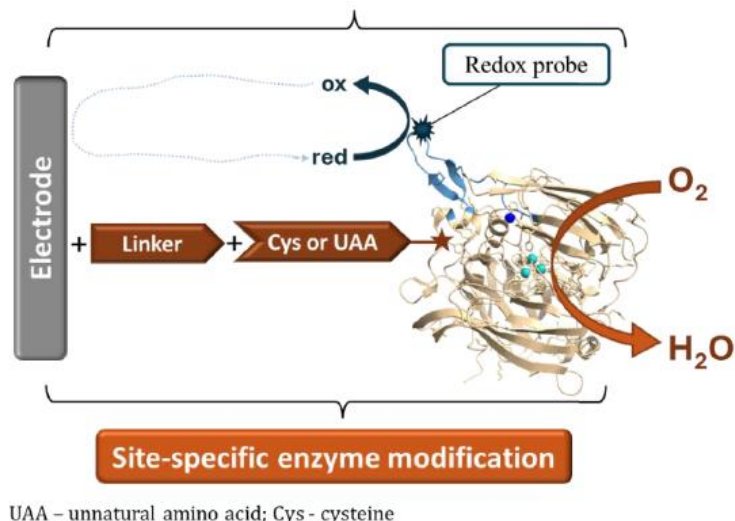


Figure 1. Schéma de la bioélectrode visée, reproduit à partir de la thèse de Vita Saska : « Accroche spécifique des CueOs sur électrodes et rôle du domaine riche en méthionines dans la bioélectrocatalyse ».

Environnement

Ce projet multidisciplinaire se situe à l'interface de la chimie des surfaces, la synthèse organique, l'électrochimie, la bioélectrochimie, la science des matériaux.

La personne recrutée intégrera l'équipe VoltEdge du laboratoire MOLTECH-Anjou (CNRS, Université d'Angers) et travaillera en étroite collaboration avec les partenaires du projet ANR ECLECTYC : BIP, Marseille (bioélectrochimie, ingénierie enzymatique, spectroscopie RPE) ; ITODYS, Paris (AFM-SECM et électrochimie à l'échelle nanométrique).

Profil recherché

Les candidates et candidats doivent être titulaires d'un doctorat et posséder des compétences dans les domaines suivants : fonctionnalisation et caractérisation de surfaces (XPS, QCM), électrochimie, et éventuellement biointerfaces. Un fort intérêt pour la recherche multidisciplinaire et le travail collaboratif est indispensable.

Date de prise de fonction : Décembre 2026 à janvier 2027 (flexible)

Contact : Pour toute information complémentaire sur le projet et les modalités de candidature, les personnes intéressées sont invitées à contacter : Christelle Gautier (christelle.gautier@univ-angers.fr).

Post-doctoral fellow in electrochemistry and surface chemistry (18 months)

Design and Characterization of Functionalized Surfaces for Site-Specific Enzyme Immobilization

Context

Understanding how protein conformational dynamics influence enzymatic activity is a major challenge at the interface of chemistry, biophysics and molecular biology. While advanced structural methods provide valuable information on static protein structures, establishing direct correlations between conformational changes and catalytic activity remains particularly difficult. The ANR-funded project ECLECTYC (Electrochemical and EPR approach of the impact of Conformational Changes on enzymatic ELectrocaTaLYsis: case of copper efflux oxidase CueO) aims to develop innovative methodologies combining electrochemistry, spectroscopy and microscopy to investigate conformational dynamics of enzymes and their impact on bioelectrocatalysis.

The project focuses on the multicopper oxidase CueO, a model enzyme possessing a flexible methionine-rich domain whose structural dynamics are believed to regulate enzymatic activity. A central prerequisite for these studies is the development of well-defined electrochemical interfaces enabling the site-specific immobilization of engineered enzymes on gold electrodes with controlled orientation.

Within this framework, the successful candidate will contribute to the design of molecular platforms for enzyme immobilization and to the establishment of robust structure-property relationships governing interfacial electron transfer and enzyme orientation.

Post-doctoral research project

The project will focus on developing reactive platforms on gold electrodes to enable the site-specific immobilization of copper efflux oxidase variants. The objective is to achieve controlled enzyme orientation and an optimized electrochemical interface, both essential requirements for studying structure-function relationships in bioelectrocatalysis.

To this end, functionalized layers will be prepared using advanced surface-chemistry approaches followed by selective post-functionalization via coupling reactions, including thiol-maleimide coupling and azide-alkyne click chemistry.

The work will first involve the synthesis of reactive molecular precursors bearing functional groups such as maleimides, azides or alkynes. These compounds will then be used to generate functionalized layers on gold electrodes, either through self-assembled monolayers (SAMs) or via electrochemical reduction of diazonium salts. Attention will be paid to controlling the

density, accessibility and spatial organization of reactive sites to optimize subsequent protein immobilization.

The resulting interfaces will be extensively characterized using complementary analytical techniques including cyclic voltammetry (CV), electrochemical impedance spectroscopy (EIS), quartz crystal microbalance (QCM) and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). These studies will establish correlations between surface structure, reactivity, stability and electron-transfer properties.

Subsequently, the optimized platforms will be employed for the site-specific immobilization of engineered CueO variants developed by the project partners. The candidate will participate in evaluating immobilization efficiency, surface coverage and electrochemical performance of the resulting biointerfaces.

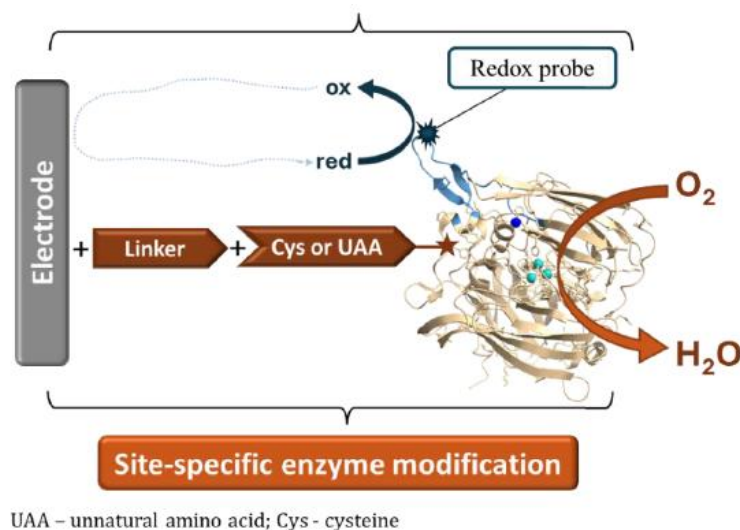


Figure 1. Scheme of the target bioelectrode, reproduced from Vita SASKA PhD manuscript « Accroche Spécifique des CueOs sur Electrodes et Rôle du Domaine Met-rich sur la Bioélectrocatalyse »

Environment

This multidisciplinary project lies at the interface of surface chemistry, organic synthesis, electrochemistry, bioelectrochemistry and materials science.

The position is funded through the ANR project ECLECTYC. The postdoctoral researcher will join the VoltEdge team at MOLTECH-Anjou (CNRS, University of Angers) and will work in close collaboration with project partners from BIP, Marseille (bioelectrochemistry, enzyme engineering, EPR spectroscopy) and ITODYS, Paris (AFM-SECM and nanoscale electrochemistry).

Candidate Profile

Applicants should hold a PhD, with expertise in surface functionalization and characterization techniques (XPS, QCM), electrochemistry and/or biointerfaces.

A strong interest in multidisciplinary research and collaborative projects is essential.

Starting Date: December 2026 - January 2027 (flexible)

Contact: Candidates are encouraged to contact Christelle Gautier (christelle.gautier@univ-angers.fr) for further information about the project and application procedure.