REPUPLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE FARHAT ABBAS –SETIF 1

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE

MEMOIRE DE MASTER 2

DOMAINE : *Sciences de la matière*

FILIERE : *Chimie*

SPECIALITE: *Chimie Physique*

Thème:

Performance de l'électrooxydation de l'éthanol sur un électrocatalyseur à base d'or (Au) en vue de la production d'hydrogène

Soutenu publiquement le : 21/06/2025

Présenté par :

- **Sara RAHMANI**
- **Ahlem KHENTOUT**

Encadré par :

Dr. Charif DEHCHAR

Jury de soutenance :

Président :	**Pr. Amor AZIZI**
Encadrant :	**Dr. Charif DEHCHAR**
Examinateur :	**Dr. Yazid MESSAOUDI**
Invité :	**Dr. Hamza BELHADJ**

Année universitaire : 2024-2025

Résumé :

Ce mémoire porte sur l'étude de l'électrooxydation de l'éthanol en milieu alcalin à l'aide d'une électrode innovante à base de microparticules d'or déposées sur un support en papier carbone (Au@GDE). L'objectif principal est d'optimiser cette réaction pour une application à l'anode dans un dispositif d'électrolyse, en vue de produire de l'hydrogène avec un coût énergétique réduit.

L'électrode a été élaborée par électrodéposition galvanostatique en mode impulsion. L'influence des paramètres de dépôt, notamment la durée d'impulsion et la charge en or, a été étudiée. Les caractérisations morphologiques (MEB), structurales (DRX) et électrochimiques (voltammétrie cyclique, courbes de Tafel, tests de stabilité) ont montré que la combinaison d'une impulsion de 1 seconde et d'une charge de 150 µg permet d'atteindre une excellente activité électrocatalytique et une bonne stabilité. Ces résultats confirment le fort potentiel de l'électrode Au@GDE pour l'électrolyse assistée par éthanol, offrant une voie prometteuse pour une production d'hydrogène plus efficiente et moins énergivore.

Mots-clés : électrolyse de l'eau, oxydation de l'éthanol, or, production de l'hydrogène.

ملخص:

يتناول هذا البحث دراسة الأكسدة الكهروكيميائية للإيثانول في وسط قلوي باستخدام قطب كهربائي مبتكر يعتمد على جسيمات الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تحسين هذه (Au@GDE). دقيقة من الذهب المترسبة على دعامة من ورق الكربون التفاعل من أجل تطبيقها عند المصعد في جهاز التحليل الكهربائي، بهدف إنتاج الهيدروجين بتكلفة طاقية منخفضة.

تم تحضير القطب الكهربائي بواسطة الترسيب الكهربائي بالتيار الثابت في نمط نبضي. وتمت دراسة تأثير معلمات الترسيب، لا سيما مدة النبضة وكمية الذهب المترسب. أظهرت التحليلات المورفولوجية (المجهر الإلكتروني الماسح)، البنيوية (حيود الأشعة السينية) والكهروكيميائية (القياس بالجهد الدوري، منحنيات تافل، واختبارات الاستقرار) أن الجمع بين مدة نبضة قدرها ثانية واحدة وكمية ذهب قدرها 150 ميكروغرام يضمن نشاطًا تحفيزيًا ممتازًا واستقرارًا جيدًا.

تؤكد هذه النتائج الإمكانات العالية للقطب Au@GDE في التحليل الكهربائي المساعد بالإيثانول، مما يقدم طريقًا واعدًا لإنتاج الهيدروجين بكفاءة أعلى واستهلاك طاقي أقل.

الكلمات المفتاحية: تحليل كهربائي للماء، أكسدة الإيثانول، الذهب، إنتاج الهيدروجين.

Abstract:

This work focuses on the study of ethanol electrooxidation in an alkaline medium using an innovative electrode based on gold nanoparticles deposited on a carbon paper support (Au@GDE). The main objective is to optimize this reaction for application at the anode in an electrolysis device, with the aim of producing hydrogen at a reduced energy cost.

The electrode was fabricated by galvanostatic pulsed electrodeposition. The influence of deposition parameters, particularly the pulse duration and gold loading, was investigated. Morphological (SEM), structural (XRD), and electrochemical (cyclic voltammetry, Tafel plots, stability tests) characterizations showed that combining a pulse duration of 1 s with a gold loading of 150 µg achieves excellent electrocatalytic activity and good stability.

These results confirm the strong potential of the Au@GDE electrode for ethanol-assisted electrolysis, offering a promising pathway toward more efficient and less energy-intensive hydrogen production.

Keywords: water electrolysis, ethanol oxidation, gold, hydrogen production.

Table des matières

Introduction générale ..... **Erreur ! Signet non défini.**

CHAPITRE I : Bibliographie

I.1. Introduction ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2. production de l'hydrogène ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.1. Rôle de l'hydrogène comme source d énergie propre ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.2. Méthodes de production de H_2 ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.2.1. Production d'hydrogène à partir des hydrocarbures ..... **Erreur ! Signet non défini.**

a) Vaporeformage (reformage à la vapeur) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

b) Oxydation partielle des hydrocarbures ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.2.2. Production d'hydrogène par gazéification ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.2.3. Production d'hydrogène par énergie nucléaire ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.2.4. Production d'hydrogène par procédés biologiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.2.5. Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.3. Les couleurs de l'hydrogène ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.2.4. Importance de l'électrolyse comme voie de production durable ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.3. Electrolyse de l'eau et électrooxydation de l'éthanol ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.3.1. Limites associées à la réaction d'oxydation de l'eau (OER) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.3.2. Avantages énergétiques de l'électrooxydation de l'éthanol ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.3.3. Valorisation des co-produits issus de l'électrooxydation de l'éthanol . **Erreur ! Signet non défini.**

I.4. Electrooxydation de l'éthanol ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.4.1. Mécanismes réactionnelles en milieu alcalin ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.4.2. Facteurs influençant l'efficacité de l'EOE ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.5. Electrocatalyseurs pour l'oxydation de l'éthanol ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I.6. Conclusion ..... **Erreur ! Signet non défini.**

CHAPITRE II : Partie expérimentale

II.1. Introduction ..... **Erreur ! Signet non défini.**

II.2. Préparation de Au@GDE ..... **Erreur ! Signet non défini.**

II.2.1. Solution de dépôt de l'or .....**Erreur ! Signet non défini.**
II.2.2. Support GDE .....**Erreur ! Signet non défini.**
II.2.3. Montage électrochimique .....**Erreur ! Signet non défini.**
II.2.4. Technique électrochimique utilisée .....**Erreur ! Signet non défini.**
- Calculs effectués pour les différentes durées d'impulsion ON/OFF :.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Calculs effectués pour les différentes charges en Au :.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.3. Caractérisation physico-chimique et électrochimique .....**Erreur ! Signet non défini.**
II.3.1. Caractérisation physico-chimique .....**Erreur ! Signet non défini.**
a) Diffraction des rayons X (DRX) .....**Erreur ! Signet non défini.**
b) Microscopie électronique à balayage (MEB) .....**Erreur ! Signet non défini.**
II.3.2. Surface électrochimiquement active (ECSA) .....**Erreur ! Signet non défini.**
II.4. Etude de l'électrooxydation de l'éthanol (EOE) sur Au@GDE .....**Erreur ! Signet non défini.**

CHAPITRE III : Résultats et discussion

III.1. Introduction .....**Erreur ! Signet non défini.**
III.2. Caractérisation physicochimique des électrodes Au@GDE .....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3. Étude de l'électrooxydation de l'éthanol sur Au@GDE .....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3.1. Réponse de Au@GDE pour l'oxydation de l'éthanol .....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3.2. Oxydation de l'éthanol vs. l'OER.....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3.3. Mécanisme d'oxydation de l'éthanol sur Au@GDE .....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3.4. Effet de la durée d'impulsion ON/OFF .....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3.5. Effet de la charge en catalyseur (Au).....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3.6. Effet de la vitesse de balayage de potentiel .....**Erreur ! Signet non défini.**
III.3.7. Etude de stabilité.....**Erreur ! Signet non défini.**
Conclusion générale .....**Erreur ! Signet non défini.**
Références bibliographiques.....**Erreur ! Signet non défini.**