



**HAL**  
open science

## Électro-oxidation photoassistée de l'urée, simultanée à la production d'hydrogène

Guillaume Hopsort, Laure Latapie, Karine Loubière, Karine Groenen Serrano, Theodore Tzedakis, Christine Cachet-vivier, Raihana Benyiahia, Lamia Rebiai, D. Muller-Bouvet, Stéphane Bastide

### ► To cite this version:

Guillaume Hopsort, Laure Latapie, Karine Loubière, Karine Groenen Serrano, Theodore Tzedakis, et al.. Électro-oxidation photoassistée de l'urée, simultanée à la production d'hydrogène. Journées Nationales de l'Energie Solaire, Aug 2021, Odeillo – Font-Romeu, France. hal-04300631

**HAL Id: hal-04300631**

**<https://hal.science/hal-04300631v1>**

Submitted on 22 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

# ÉLECTRO-OXYDATION PHOTOASSISTÉE DE L'URÉE, SIMULTANÉE À LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE

G. HOPSPORT<sup>a</sup>, L. LATAPIE<sup>a</sup>, K. LOUBIERE<sup>a</sup>, K. SERRANO<sup>a</sup>, T. TZEDAKIS<sup>a</sup>  
C. CACHET-VIVIER<sup>b</sup>, R. BENYAHIA<sup>b</sup>, L. REBIAT<sup>b</sup>, D. MULLER<sup>b</sup>, S. BASTIDE<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, Toulouse, France  
<sup>b</sup> Université Paris Est, ICMPE (UMR 7182), CNRS, UPEC, F-94320 Thiais, France

**1 Contexte : traitement des eaux usées**

**Élimination de l'azote N**  
(↘ émission de N<sub>2</sub>O)

**Production d'hydrogène à bas coût**

**Transition énergétique**  
(↘ impacts environnementaux & énergétiques)

**PROJET HYUREA ANR-19CE04-0009**

**Collecte de l'urine sélective**

**Traitement d'effluents à la source**

**Procédé électrochimique photoassisté**

Partenariat : ICMPE / LISE / LGC / SIAAP

**2 Oxydation électrochimique photoassistée de l'urée**

$$\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{liq}) \xrightarrow{\Delta\nu + h\nu} \text{CO}_2(\text{gaz}) + \text{N}_2(\text{gaz}) + 3\text{H}_2(\text{gaz})$$

Schéma de principe

Mécanisme indirect de l'urée en milieu alcalin sur Ni catalytique

**3 Objectifs**

**Collecter de façon sélective**  
Traiter (SIAAP)  
(> 5 L.m<sup>-2</sup>.electrode<sup>-1</sup>.J<sup>-1</sup>)

**Conditionner les effluents (SIAAP)**  
(précipitation, alcalinisation, comportement biologique, caractère redox)

**Énergie renouvelable**  
Green H<sub>2</sub>

Dépolluer / Valoriser

**Faisabilité à échelle laboratoire**

Déterminer la cinétique électrochimique photoassistée (LGC)

Réaliser une étude paramétrique (LGC)  
(% demande énergétique pour la génération de H<sub>2</sub>)

Fonctionnaliser  
Caractériser photo-anode (LISE/ICMPE)  
Photoactive (> 5 mA.cm<sup>-2</sup>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
Catalytique (surface spécifique Ni-M, attrition, corrosion)

Concevoir  
Dimensionner un procédé (LGC)

Extrapoler à l'échelle pilote - Valider sur effluents réels

**4 Matériels & Méthodes**

**Dispositifs électrochimiques**

2 configurations possibles :

Potentiostat/Galvanostat AUTOLAB PGSTAT302N

Montage en cellule batch à 3 électrodes :

- WE: Ni massif / grille (2 surface spécifique)
- CE: Pt / Acier 316L (↘n)
- REF: Hg/HgO
- Séparateur membranaire IONAC-MA3475 / diaphragme poreux céramique

Électrode Ni massif S = 27 cm<sup>2</sup>  
Électrode Ni grille S = 31 - 115 cm<sup>2</sup>

**Techniques analytiques**

Chromatographie ionique  
Spectroscopie de masse  
Analyseur de Carbone  
Chromatographie phase gaz

**Rayonnement visible**

Lasers Engineering Development®  
Puissance rayonnement émise μW.cm<sup>-2</sup> < O<sub>2</sub> < 100 mW.cm<sup>-2</sup>

Panneau de LED modulable en intensité et en domaine spectral

Distribution spectrale du panneau de LED

Microréacteur irradié par des LED à différents modes d'émission

**Paramètres opératoires du système :**

- Degré de dépollution
- Potentiel E
- Couplage I<sub>photo</sub> ↔ I<sub>H<sub>2</sub></sub>
- Nature de l'effluent ([CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>], [OH<sup>-</sup>])
- pH, température
- MILIEU ÉLECTROLYTIQUE
- Mode continu
- Temps de séjour τ
- Régime d'écoulement
- Géométrie
- Collecte de H<sub>2</sub>
- REACTEURS

**5 Résultats**

**Effet de la température**  
KOH 3 M / CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 0,33 M / s = 27 cm<sup>2</sup> / sans séparation / électrode Ni massif

**Effet de la séparation des compartiments anodique-cathodique**  
KOH 3 M / CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 0,33 M / s = 31 cm<sup>2</sup> / sans séparation / électrode Ni grille

**Effet de la concentration en urée**  
KOH 3 M / s = 4 cm<sup>2</sup> / séparation membranaire / électrode Ni massif

**Suivi des produits de dégradation de l'urée en phase liquide par électrolyse potentiostatique**  
KOH 3 M / CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 0,33 M / s = 31 cm<sup>2</sup> / sans séparation / électrode Ni grille

**6 Perspectives**

**Modélisation du processus électrochimique**

**Conception du procédé**

**Intégration des photoanodes**

Voltempérométrie cyclique sur électrode Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ni à 10 mV.s<sup>-1</sup>