



**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>.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

**Techniques analytiques**

- Chromatographie ionique
- Spectroscopie de masse
- Analyseur de Carbone
- Chromatographie phase gaz

**Rayonnement visible**

Las Engineering Development®  
Puissance < 100 mW/cm<sup>2</sup>

**Paramètres opératoires du système :**

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

**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>