



**HAL**  
open science

## **IntensNH3D : Intensification de la production électrochimique d'ammoniac en milieu aqueux par emploi d'électrodes fabriquées par impression 3D**

Fabien Chauvet, Karine Groenen Serrano, Laure Latapie, Theodore Tzedakis,  
Pascal Laheurte, Paul Lohmuller

► **To cite this version:**

Fabien Chauvet, Karine Groenen Serrano, Laure Latapie, Theodore Tzedakis, Pascal Laheurte, et al.. IntensNH3D : Intensification de la production électrochimique d'ammoniac en milieu aqueux par emploi d'électrodes fabriquées par impression 3D. Colloque Énergie du CNRS et Séminaire Transition Énergétique et Société, Apr 2023, Paris, France. hal-04379925

**HAL Id: hal-04379925**

**<https://hal.science/hal-04379925>**

Submitted on 8 Jan 2024

**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.

## Synthèse électrochimique de l'ammoniac

**Électrifiée**  
ENR : Source « propre » de e<sup>-</sup>

**Décarbonnée**  
H<sub>2</sub>O : Source « propre » de H<sup>+</sup> (cas du solvant aqueux)

De plus, NH<sub>3</sub> peut être utilisé comme carburant (moteurs à combustion, PAC, décomposition en H<sub>2</sub>)  
⇒ Voie de stockage de l'énergie sous forme NH<sub>3</sub> liquide (10 bars ou -33°C)

Production décentralisée locale sur petite installation  
⇒ Sécurité ↗

**Problème** : très faible flux de production de NH<sub>3</sub> et faible rendement faradique...

**Solution proposée dans le cadre du projet CNRS PEPS Energie 2022** :

- Intensification des transferts de matière N<sub>2</sub> gaz/liquide (dissolution) et N<sub>2</sub>dissous/électrode
- Intensification du transfert d'électrons : ↗ propriétés catalytiques par fonctionnalisation.

## Électrodes fabriquées par impression 3D métal et intégrées dans un réacteur électrochimique

**Intensification transfert de matière cas monophasique**

**Intensification transfert de matière cas diphasique**

Structures Lattice en TA6V réalisées par FA (LEM 3)

Intégration dans un réacteur électrochimique filtre-press, Electrode 3D TA6V / Ti platiné, membrane nafion (LGC)

**Fig. 2**

Courbes Intensité-potential obtenues avec les électrodes 3D en TA6V intégrées dans le réacteur électrochimique filtre-press

Coefficients de transfert de matière volumiques en fonction de la vitesse moyenne pour différentes géométries

**Fig. 3**

Simulation du transfert de matière au sein d'un motif élémentaire d'une électrode de structure cubique diagonale

## Estimation du flux de production d'ammoniac : cellule d'électrolyse et méthodes d'analyse

**Dosage NH<sub>3</sub> : chromatographie ionique**

**Dosage hydrazine (sous-produit) : colorimétrie**

Flux sur Ni plan non fonctionnalisé en milieu aqueux (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 M), polarisé à -0,71 V/SCE :

1,60.10<sup>-3</sup> nmol/cm<sup>2</sup>/s  
RF = 3%  
hydrazine <10 % [NH<sub>3</sub>]<sub>f</sub>

## Fonctionnalisation par électrodeposition de Fe nanostructuré via « bubble template method »

**Fig.5 Electrodepot de Fe sur Ni par co-formation de bulles de H<sub>2</sub>**  
Le fer apparaît en clair (confirmé par mesures EDX)

Dépôt de Fe nanostructuré adhérent sur Ni plan (1,5 cm<sup>2</sup>)

Capacité spécifique = 5 mF/cm<sup>2</sup>  
Facteur de rugosité = 10

- Les Electrodes fabriquées par impression 3D métal ont de très bonnes propriétés de transfert de matière
- Développement d'une cellule d'électrolyse et des méthodes analytiques associées pour évaluer la capacité d'une électrode à produire du NH<sub>3</sub>
- Développement d'une méthode de fonctionnalisation du Ni par électrodeposition de Fe micro et nanostructuré (bubble template method)
- Flux de production de NH<sub>3</sub> attendu avec réacteur électrochimique filtre-press intégrant des électrodes 3D Ni : 5.10<sup>-2</sup> nmol/cm<sup>2</sup>geometrique/s
- Avec fonctionnalisation des électrodes 3D ce flux pourrait encore être augmenté

