



HAL
open science

Fixation bioélectrochimique de N₂: biofilm cathodique fixateur de N₂ et couplage à une bioanode

Axel Rous, Elie Desmond-Le Quéméner, James Behan, Christophe Orain,
Frédéric Gloaguen, Eric Trably, Nicolas Bernet, Frédéric Barrière

► **To cite this version:**

Axel Rous, Elie Desmond-Le Quéméner, James Behan, Christophe Orain, Frédéric Gloaguen, et al..
Fixation bioélectrochimique de N₂: biofilm cathodique fixateur de N₂ et couplage à une bioanode.
Journée d'Electrochimie 2024, Jul 2024, Saint-Malo (35400), France. hal-04664147

HAL Id: hal-04664147

<https://hal.inrae.fr/hal-04664147v1>

Submitted on 29 Jul 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.

Fixation bioélectrochimique de N₂ : biofilm cathodique fixateur de N₂ et couplage à une bioanode

Axel Rous^a, Elie Desmond-Le Quémener^b, James Behan^a, Christophe Orain^c, Frédéric Gloaguen^c, Eric Trably^b, Nicolas Bernet^b, Frédéric Barrière^a.

^a Univ Rennes, CNRS, ISCR-UMR 6226, F-35000 Rennes, France

^b LBE, Univ Montpellier, INRAE, UR0050, 102 avenue des Étangs, 11100 Narbonne, France

^c Univ Brest, CNRS, CEMCA UMR 6521, 6 avenue Le Gorgeu, F-29238 Brest, France

Email / Courriel de l'auteur présentant: axel.rous@univ-rennes.fr

L'azote est un élément essentiel du vivant et en particulier en agriculture où il est l'élément le plus apporté aux plantes par l'intermédiaire des engrais. Cependant, la production d'engrais azotés repose sur la synthèse du NH₃ par le procédé Haber-Bosch qui requiert beaucoup d'énergie et est reconnue comme responsable d'importantes émissions de gaz à effet de serre. Comme alternative au procédé Haber-Bosch, il a été suggéré d'utiliser des bactéries fixatrices de N₂ pour produire du NH₄⁺ utilisable comme engrais ou pour produire de la biomasse qui pourrait être utilisée directement comme bioengrais [1]. Pour apporter l'énergie nécessaire à la fixation de N₂ par ces bactéries, il a été proposé d'avoir recours à la bioélectrochimie. Il a ainsi été démontré qu'une cathode peut être utilisée associée à des bactéries fixatrices de N₂ pour produire de la biomasse à partir de N₂, CO₂ et d'un courant électrique faible [2].

Des travaux réalisés dans le cadre du projet ANR CATHOMIX ont permis de développer une méthode d'enrichissement permettant la formation d'une biocathode productrice de H₂ dont le biofilm réalise la fixation conjointe de N₂ et CO₂ [3]. En effet, une activité nitrogénase de 32±17 μmol C₂H₄/L/j a pu être mesurée sur des biocathodes polarisées à -0,7 V vs SHE (pH = 7) en plus d'une production d'acétate de 421,6±216,7 μmol/L/j avec N₂ comme seule source d'azote. Un modèle de fonctionnement des biofilms a été formulé à partir des hypothèses sur les communautés observées dans ces biofilms et de la littérature sur les bactéries identifiées.

Au cours de ces enrichissements, l'oxydation de l'eau a été utilisée à l'anode. Pour améliorer ce procédé de fixation bioélectrochimique de N₂, nous proposons de coupler ces biofilms cathodiques à des anodes microbiennes avec, par exemple, *Geobacter sulfurreducens* comme catalyseur de l'oxydation de l'acétate. Côté cathode, nous proposons d'utiliser des électrodes de graphite recouvert de catalyseurs moléculaires à base de cobalt ou de rhodium pour permettre une meilleure production de H₂ pour sa valorisation directe par un biofilm fixateur de N₂. L'utilisation de bioanodes et de cathodes modifiées doivent permettre de réduire la différence de potentiel du système pour permettre une production de NH₄⁺ ou de biomasse à partir de gaz et avec un apport en énergie électrique réduit.

Remerciements : Ces travaux de recherche ont été soutenus par le projet CATHOMIX financé par l'Agence Nationale de la Recherche (n° ANR-19-CE43-0013)

References

- [1] MacFarlane, D. R.; Cherpanov, P. V.; Choi, J.; Suryanto, B. H. R.; Hodgetts, R. Y.; Bakker, J. M.; Ferrero Vallana, F. M.; Simonov, A. N. *Joule* **2020**, vol. 4, n° 6, p. 1186- 1205.
- [2] Rago, L.; Zecchin, S.; Villa, F.; Goglio, A.; Corsini, A.; Cavalca, L.; Schievano, A. *Bioelectrochemistry* **2019**, vol. 125, p. 105- 115.
- [3] Rous, A.; Santa-Catalina, G.; Desmond-Le Quémener, E.; Trably, E.; Bernet, N. *Peer Community J.* **2024**, vol. 4, article e12.