



HAL
open science

Elaboration de matériaux multifonctionnels : application à l'hydrogénation catalytique du CO₂ en méthanol et dimethyl éther (DME)

Vincent Gautier, Audrey Hertz, Albin Chaise, Anne-Cécile Roger

► To cite this version:

Vincent Gautier, Audrey Hertz, Albin Chaise, Anne-Cécile Roger. Elaboration de matériaux multifonctionnels : application à l'hydrogénation catalytique du CO₂ en méthanol et dimethyl éther (DME). GECat 2023 - Groupe d'Etude sur la Catalyse, Jun 2023, Dunkerque, France. 2023. cea-04314271

HAL Id: cea-04314271

<https://cea.hal.science/cea-04314271v1>

Submitted on 29 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.

Elaboration de matériaux multifonctionnels : application à l'hydrogénation catalytique du CO₂ en méthanol et DME

Vincent Gautier,¹ Audrey Hertz², Albin Chaise¹, Anne-Cécile ROGER³

¹CEA, DRT, LITEN, DTCH, Univ Grenoble Alpes, Grenoble, France

²CEA, DES, ISEC, DMRC, Univ Montpellier, Marcoule, France

³ICPEES, UMR CNRS, Strasbourg, France

Contexte

L'hydrogénation catalytique du CO₂ en méthanol et DME avec de l'hydrogène (synthétisé à partir d'énergie bas-carbone) a pour objectif d'apporter une alternative durable aux hydrocarbures fossiles. Cependant, d'importantes quantités d'eau générées au cours de la réaction limitent les rendements de production et dégradent prématurément le catalyseur. Pour répondre à ce problème, l'utilisation de membranes capables de séparer sélectivement l'eau au sein du réacteur catalytique a fait ses preuves dans la littérature.

Problématique et objectifs de la thèse

La mise en œuvre d'un réacteur membranaire nécessite le développement de membranes inorganiques sélectives et de catalyseurs efficaces, performants et stables dans les conditions de réaction (200-300°C ; 35-50 bar). Dans ces travaux de thèse, l'objectif est de faire converger le développement de ces matériaux vers des architectures multifonctionnelles, capables de gérer (1) les aspects de catalyse et de séparation de l'eau, (2) les flux de matières et thermiques et (3) adaptables à différentes natures et géométries de supports membranaires. Les membranes et les catalyseurs synthétisés seront évalués (au CEA Marcoule et à l'ICPEES Strasbourg, respectivement) et optimisés afin de développer des réacteurs innovants (au CEA LITEN Grenoble). Enfin, la finalité des travaux de thèses est d'évaluer, par des simulations numériques à l'échelle du procédé, la pertinence écologique des réacteurs membranaires développés ici.

Résultats expérimentaux : synthèse des membranes zéolithes

Les zéolithes LTA et SOD ont été sélectionnées pour la préparation des membranes de par leurs sélectivités élevées envers l'eau (hydrophilie) (Figure 1). Les membranes en zéolithe, déposées sur des supports tubulaires en alumine (le support apporte la résistance mécanique à la membrane), sont obtenues par synthèse hydrothermale. Pour les membranes LTA, deux voies de synthèses ont été explorées : (1) la croissance primaire, réalisée seulement avec une synthèse hydrothermale, et (2) la croissance secondaire, réalisée en deux étapes correspondant au dépôt de germes LTA suivi d'une synthèse hydrothermale. La croissance secondaire, plus complexe à mettre en œuvre, a été la méthode la moins propice à la formation de défauts grâce à un contrôle plus fin de la croissance des cristaux lié au découplage de l'étape de nucléation à l'étape de croissance. Pour synthétiser une membrane SOD homogène, l'implémentation d'un protocole avec deux synthèses hydrothermales successives a permis d'augmenter la densité du dépôt de zéolithe. Les performances de séparation des membranes (perméances, sélectivités, facteurs de séparation, stabilité) seront évaluées dans les conditions de réaction de la synthèse de méthanol, sur un banc d'essai en cours de montage au CEA Grenoble.

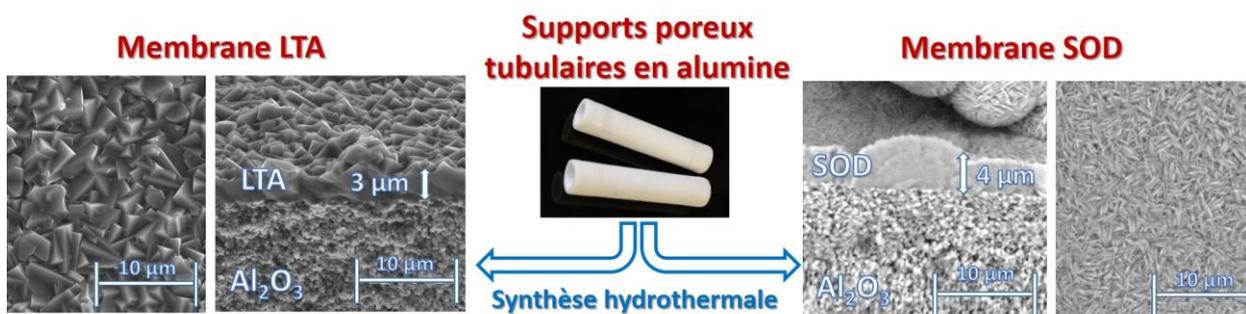


Figure 1 : Micrographes MEB des membranes zéolithes LTA et SOD déposées sur la face interne de supports tubulaires en alumine.