



Évaluation des performances du MIL-120 pour la capture du CO₂ par procédé VPSA : étude à l'échelle pilote

A. Henrotin^a, N. Heymans^a, R.V. Pinto^{a,b}, F. Nouar^b, G. Mouchaham^b,
C. Serre^b, G. De Weireld^a

^a *Service de Thermodynamique et Physique Mathématique, Université de Mons (UMONS),
place du parc 20, 7000 Mons, Belgique*

^b *Institut des Matériaux Poreux de Paris, Ecole Normale Supérieure, ESPCI Paris, CNRS,
PSL University, 75005 Paris, France*

Les centrales de production d'énergie et les industries intensives en énergie contribuent fortement aux émissions anthropiques de CO₂. Des solutions à court terme sont donc nécessaires pour réduire leur impact. Parmi les technologies de capture en post-combustion, l'adsorption se place comme une alternative prometteuse à l'absorption-régénération dans des solvants aminés, grâce à une potentielle consommation énergétique réduite et un impact environnemental limité. Les Metal Organic Frameworks (MOFs) suscitent un intérêt croissant pour des applications de séparation gazeuse grâce à leur versatilité et leurs performances (capacité d'adsorption, sélectivité, chaleur d'adsorption, résistance, ...). Néanmoins le potentiel de ces matériaux n'a pas encore été complètement exploré dans les conditions industrielles de capture du CO₂, et de nombreux aspects doivent être pris en considération pour la montée en échelle. Parmi ceux-ci, l'un des plus importants est la production à l'échelle de la tonne, tout en gardant les propriétés d'adsorption, et une compétitivité économique comparativement à des adsorbants classiques (zéolites).

Dans le projet européen H2020-MOF4AIR, le MIL-120(Al), Al₄(OH)₈(C₁₀O₈H₂)_xH₂O ($x = 4.8-5$) [1], a été étudié pour son potentiel en procédé « vacuum pressure swing adsorption » (VPSA). Par rapport à la zéolithe 13X, matériau de référence, le MIL-120(Al) offre une capacité d'adsorption plus élevée et une chaleur d'adsorption plus faible. Sa synthèse, optimisée à l'échelle du kilogramme, utilise des précurseurs abordables et un procédé écologique (eau, pression ambiante), permettant un coût de production estimé compétitif de 13 \$/kg [1].

Des tests sur un pilote VPSA composé de 3 colonnes de 1.15 L ont permis de comparer les deux matériaux pour une composition de gaz simulée (15%mol CO₂, 85%mol N₂). En optimisant les conditions opératoires, le MIL-120(Al) peut atteindre une pureté de CO₂ de 93,8 % et un taux de récupération de 92,4 %, surpassant la zéolithe 13X dans la même gamme de conditions opératoires [2]. Une modélisation avec Aspen Adsorption a permis de reproduire ces résultats (1,5 % d'erreur) et a servi à développer un modèle simplifié (surrogate) pour optimiser la consommation énergétique et la productivité.

Références :

[1] B. Chen et al., Adv. Sci., vol. 11, no. 21, p. 2401070, Jun. 2024.

[2] A. Henrotin et al., Carbon Capture Sci. Technol., vol. 12, p. 100224, Sep. 2024.