



Simulations à l'échelle pilote de laboratoire d'un procédé VPSA de capture du CO₂ au moyen de MOF

A. Henrotin^a, N. Heymans^a, S. Nandi^b, F. Nouar^b, G. Mouchaham^b, C. Serre^b,
G. De Weireld^a

^a *Service de Thermodynamique et Physique Mathématique, Faculté Polytechnique, Université de Mons, 7000 Mons, Belgique*

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

De nos jours, la production d'électricité et les industries carbonées (cimenteries, aciéries...) sont responsables d'environ 50% des émissions anthropiques de CO₂ dans l'atmosphère, contribuant au réchauffement climatique. Depuis deux décennies, les techniques de capture du CO₂ sont étudiées pour envisager son stockage et sa réutilisation. À côté des technologies matures d'absorption-régénération utilisant des solvants aminés, mais présentant un impact négatif sur l'environnement, les procédés d'adsorption apparaissent comme une technique de capture prometteuse grâce à l'amélioration des procédés et au développement de nouveaux matériaux. Parmi ces matériaux, les MOFs constituent une classe de matériaux très prometteurs à la fois pour la séparation et la purification des gaz. Ces matériaux doivent néanmoins encore être étudiés et ajustés pour leurs utilisations dans des processus de capture par adsorption dans des conditions industrielles réelles.

Les performances d'adsorption du MIL-160(Al) [1][2] synthétisé et mis en forme à une échelle de 200g ont été évaluées par des mesures d'isothermes d'adsorption en corps purs (CO₂ et N₂), et des mesures de courbes de percées en mélange CO₂/N₂ (15/85). À partir de ces données, une simulation complète d'un procédé VPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption) a été réalisée avec le logiciel Aspen Adsorption® pour évaluer les performances de différentes configurations du procédé. Un procédé VPSA comportant deux unités constituées chacune de deux lits avec un cycle de 5 étapes [3], et un procédé VPSA constitué de 3 lits avec un cycle de 5 [4] ou 6 étapes [5] ont été étudiés pour atteindre les objectifs d'un procédé de capture de CO₂ : une pureté du CO₂ récupéré de 95 % et une récupération de 90 %. Un plan d'expériences (temps d'étapes, débits, pressions, ...) a été réalisé (i) pour étudier l'impact de ces paramètres opératoires sur les performances du procédé, (ii) pour identifier le design adéquat d'un pilote de laboratoire capable de traiter 1 Nm³/h d'un mélange N₂(85%)/CO₂(15%) et (iii) pour optimiser les conditions opératoires.

Références :

- [1] A. Cadiau et al., *Adv. Mater.*, vol. 27, no. 32, pp. 4775–4780, Aug. 2015.
- [2] Damasceno Borges et al., *J. Phys. Chem. C*, vol. 121, no. 48, pp. 26822–26832, Dec. 2017.
- [3] C. A. Grande, *ISRN Chem. Eng.*, vol. 2012, pp. 1–13, 2012.
- [4] L. Wang, Z. Liu, P. Li, J. Wang, and J. Yu, *Adsorption*, vol. 18, no. 5–6, pp. 445–459, 2012.
- [5] S. Krishnamurthy et al, *Chem. Eng. J.*, vol. 406, p. 127121, 2021.