



Simulation et optimisation d'un sécheur à l'échelle industrielle par un procédé de Température Swing Adsorption

A. Houzé^a, N. Heymans^a, G. De Weireld^a

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

Les récentes études sur la capture du dioxyde de carbone sont principalement orientées sur sa séparation avec l'azote. Or, l'eau est un des principaux produits des gaz de combustion ($\approx 7-10\%$ mol) [1]. Cette dernière peut, notamment, diminuer sensiblement les performances des procédés d'adsorption ou compromettre les systèmes cryogéniques. De plus, le transport et le stockage du CO₂ nécessite une teneur inférieure à 30 ppm mol d'eau [2]. Une étude a donc été réalisée pour développer un processus industriel d'adsorption avec régénération par variation de température (TSA) pour sécher ces gaz (70 000Nm³/h saturé en vapeur d'eau).

La modélisation du procédé, réalisée sur le logiciel gPROMS, requiert une étude expérimentale (isothermes d'adsorption, méthodes BET et courbes de percée) préalable afin de déterminer certaines propriétés du gel de silice (Sorbead R2050). De plus, une étude cinétique couplant mesures expérimentales (uptake curves) et modèles théoriques a été conduite. Un modèle de transfert de matière fonction de la température et de la pression a ainsi été établi [3]. Enfin, les conditions optimales de fonctionnement du TSA à trois étapes (adsorption, chauffe et refroidissement) ont été déterminées par une étude paramétrique (influence de la géométrie du système, débits, compositions, temps des étapes, température de régénération et des gaz).

Au terme de ce travail, il apparaît qu'une des configurations les plus optimales implique 3 unités, chacune traitant 23 333 Nm³/h avec un temps d'adsorption de 10h. Chaque unité est composée de 3 lits, dont 2 en adsorption et 1 en régénération [4]. La phase de chauffe dure 5h30 avec un débit de 7 000 Nm³/h et une température de 170°C. Ensuite, le refroidissement s'effectue sur une durée de 4h30 avec un débit similaire à celui de chauffe. Enfin, il a été constaté qu'une température des gaz supérieure à 40°C entraîne un surdimensionnement du sécheur, tandis que des températures inférieures à 20°C nécessiteraient un système de réfrigération spécifique beaucoup plus coûteux que le refroidisseur à contact direct implémenté dans cette étude (DCC). Par conséquent, la température optimale des gaz est estimée entre 20 et 25°C, ce qui conduit à une consommation énergétique de 4,3 MJ/kg d'eau retirée.

Références :

- [1] C. A. Scholes et al, *Technologies (Basel)*. **4**, 2 (2016).
- [2] Northern Lights, *Liquid CO₂ (LCO₂) Quality Specifications.*, (2024).
- [3] A. M. Ribeiro et al, *Ind Eng Chem Res*. **47**, 7019-7026 (2008).
- [4] S. B. Peh et al, *Chem Eng Sci*. **250**, 117399 (2022).