

ETUDE DE LA CAPTURE DU CO₂ EN POSTCOMBUSTION
PAR ABSORPTION DANS DES SOLVANTS AMINÉS

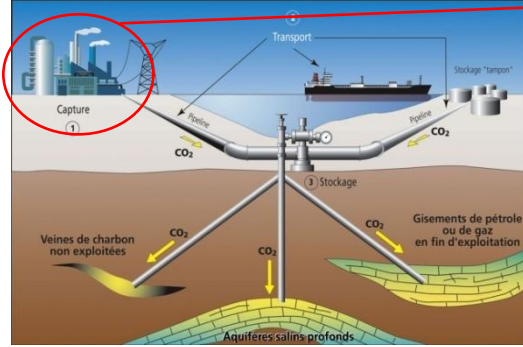
Lionel DUBOIS*, Diane THOMAS

Université de Mons, Faculté Polytechnique, Service de Génie des Procédés Chimiques, AUWB

*Lionel.Dubois@umons.ac.be

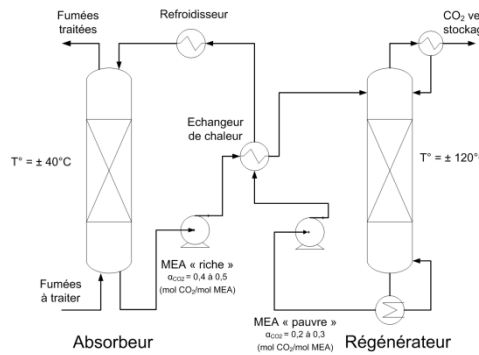
Protocole de Kyoto = diminution des émissions de gaz à effet de serre de 5,2 % entre 2008 et 2012

Filière de capture, transport et stockage du CO₂ :



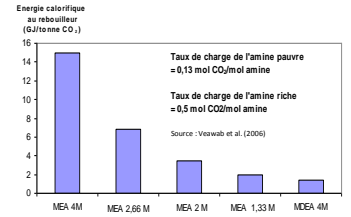
CONTEXTE :

Absorption du CO₂ des fumées par les amines + régénération du solvant et production d'un flux riche en CO₂ :



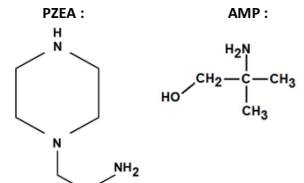
Enjeux :

Obtenir les meilleures performances d'absorption (influence des cinétiques mises en jeu et de l'hydrodynamique sur la compacité de la tour d'absorption) tout en essayant de limiter le coût global du traitement d'absorption-régénération, dont la part la plus importante provient des frais de régénération du solvant (consommation énergétique).



OBJECTIFS DE L'ÉTUDE :

- Etudier les performances d'absorption du CO₂ dans différents types de solutions aqueuses d'amines : *primaire* (monoéthanolamine, MEA), *tertiaire* (méthyl-diéthanolamine, MDEA), *di-amine cyclique* (pipérazine, PZ), *tri-amine cyclique* ((pipérazinyl-1)-2-éthylamine, PZEA) et *amine encombrée stériquement* (1-amino-2-propanol, AMP).
- Comparer rapidement les cinétiques d'absorption de CO₂ dans des mélanges innovants : comparaison entre des résultats expérimentaux et issus d'une simulation.
- Déterminer l'évolution du « Paramètre Global d'Absorption » (PGA) en fonction du taux de charge en CO₂ (α_{CO2}) pour le cas de la MEA.



MODÉLISATION DE L'ABSORPTION DU CO₂ :

Absorption basée sur la théorie du double film accompagnée d'une réaction chimique :

→ Pour une amine pure en solution aqueuse :

Réaction CO₂-amine irréversible et du second ordre :

$$r_{CO_2} = k_2 \cdot c_{CO_2} \cdot c_{amine}$$

$$\text{Nombre de Hatta : } Ha = \frac{l}{k_L} \cdot \sqrt{k_2 \cdot D_{CO_2/amine} \cdot c_{amine}}$$

Flux d'absorption du CO₂ :

$$R_{CO_2} = k_G \cdot (p_{CO_2} - p_{CO_2,i}) = E \cdot k_L \cdot c_{CO_2,i}$$

(Réaction complète dans le film liquide : c_{CO2} = 0)

E: facteur d'accélération = fct (nombre de Hatta)

• MDEA : réaction modérément rapide

$$0,3 < Ha < 3 \Rightarrow E = \frac{Ha}{\tanh Ha}$$

• MEA, PZ, PZEA, AMP : réaction rapide du pseudo 1^{er} ordre

$$3 < Ha < E/2 \Rightarrow E \approx Ha$$

$$R_{CO_2} = \frac{\sqrt{k_2 \cdot D_{CO_2}}}{H} \cdot \sqrt{c_{amine}} \cdot p_{CO_2,i}$$

Paramètre Global de dimensionnement : PGA (ou GPA) = f (T°, amine)

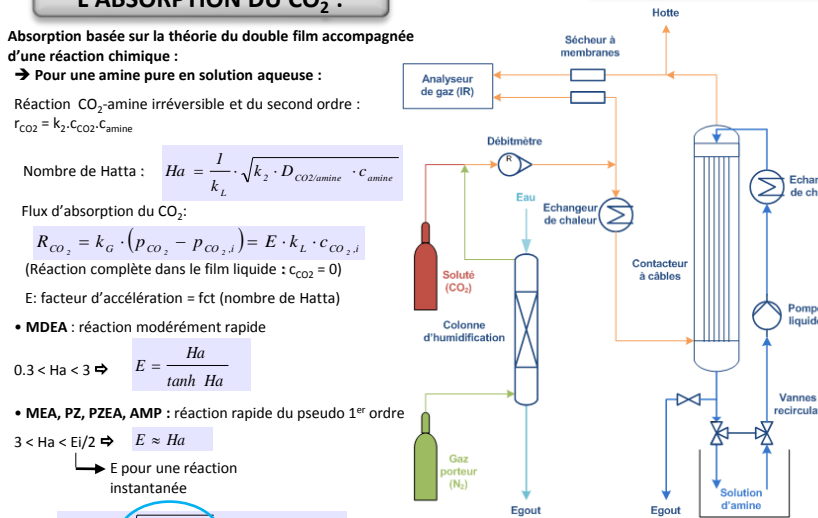
→ Pour un mélange d'amines en solution aqueuse :

• Application des règles de mélanges :

$$H_{mélange} = \frac{1}{\sum_j \frac{1}{H_j}}$$

$$\text{Nombre de Hatta : } Ha = \frac{l}{k_L} \cdot \sqrt{\sum_j (k_j \cdot c_j) \cdot D_{CO_2/mix}}$$

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL & RÉSULTATS :



CONDITIONS OPÉRATOIRES :

- t = 25°C ± 0,2 °C, p = pression atmosphérique
- Contacteur : à films tombants (6 fils torsadés)
- D_{col} = 0,045 m – Section = 0,001276 m² – H_{utile} = 0,54 m
- Débit (L) = 0,191 l/min Débit (G) = 0,808 m³/h
- u_L : 0,0025 m/s u_G : 0,17 m/s
- Teneurs en CO₂ : 4 à 16% (cf. fumées de combustion)
- Concentrations en amines :
 - C_{MEA} : 15 à 30 % (massiques)
 - C_{MDEA} : 30 à 50 %
 - C_{PZ} : 5 à 12,5 %
 - C_{AMP} : 15 à 30 %
 - C_{PZ} : 5 à 10 %

Solutions aqueuses d'une ou plusieurs amines

