

Simulation Et Régulation Par Logique Floue D'une Colonne d'Absorption Industrielle

M. Selatnia

Received: 11 April 2015 Accepted: 1 May 2015 Published: 15 May 2015

Abstract

Ce travail consiste en la modélisation, la simulation dynamique et enfin la régulation d'une colonne d'absorption industrielle destinée à extraire le CO₂, du gaz naturel en utilisant une solution aqueuse de methyldiéthanolamine (MDEA). Nous présentons d'abord le modèle mathématique estimant la concentration du CO₂ et comparons la réponse du modèle avec celle du système en réponse à une variation échelon sur l'entrée. Nous simulons la colonne d'absorption industrielle en boucle ouverte, puis nous étudions sa réponse à un échelon de perturbation en boucle fermée avec une régulation classique PID. Enfin, nous appliquons à notre colonne deux types de commande floues avec respectivement des fonctions d'appartenance triangulaires et gaussiennes. Les résultats obtenus pour les différentes simulations sont satisfaisants.

Index terms— colonne d'absorption; modélisation; methyldiéthanolamine (MDEA); régulation pid; logique floue; commande floue.

1 Introduction

a colonne d'absorption est une unité de separation physico-chimique largement utilisée en chimie et en biologie. Il s'agit en général d'un tube dans lequel on passe un ou plusieurs mélanges gazeux et qui permet de séparer un ou plusieurs composés du mélange principal. Elle est largement utilisée pour la séparation des gaz acides (CO₂, H₂S) du gaz naturel.

Le modèle de la colonne d'absorption industrielle présenté dans ce papier est un modèle dynamique qui consiste en un ensemble d'équations non linéaires aux dérivées partielles obtenu à partir de considérations sur les bilans de matière du CO₂ et du MDEA dans les phases gazeuse et liquide [1,2], il prend en compte le gradient thermique le long de la colonne d'absorption. Le bilan énergétique de la colonne industrielle est également posé.

Quelques études ont été publiées sur la modélisation et la commande de la colonne d'absorption. Crosby and Durbin [3] étudient les performances d'un régulateur d'état. Roffel [4] développe un régulateur sous optimal avec contraintes d'état. Darwish and Fantin [5] utilisent la commande décentralisée avec placement de pôles. Petrovsky [6] développe un régulateur PI multivariable. Najim [7,8] développe un régulateur auto-ajustable dans le cas de l'absorption du CO₂ par une solution de diéthanolamine. Il reprendra le problème par la suite avec une commande prédictive [9].

Peu d'études ont par contre été publiées concernant la modélisation et la simulation de l'absorption du CO₂ par une solution aqueuses de MDEA ou de MEA en milieu industriel [10][11][12]. Pour le modèle développé dans notre étude, il nous a semblé intéressant de considérer la logique floue pour la commande de la colonne car elle permet d'obtenir de bonnes performances pour des processus à dynamique complexe. Nous développerons en première étape une régulation PID pour comparer les performances des techniques de régulation classiques avec celles de la commande par logique floue.

5 Commande par Logique Floue de la Colonne d'absorption Industrielle

Le concept de logique floue a été introduit par Zadeh [17] en 1965. Ce concept s'est avéré très utile pour des procédés non linéaires difficiles à modéliser et diverses applications ont été développées pour des processus industriels dans le domaine de la supervision ou de la commande du procédé [18].

6 a) Structure de la commande de la colonne d'absorption

Un système flou est un système de prise de décisions à base de connaissance particulières composé de quatre modules principaux, à savoir : la base de règles, la fuzzification, le moteur d'inférence et la défuzzification. Le régulateur flou [19,20] n'est qu'un cas particulier de système flou destiné à calculer la commande. Pour notre problème, nous avons choisi pour les deux entrées d'abord des fonctions d'appartenance triangulaires, puis des fonctions gaussiennes et ce afin de faire une comparaison entre ces deux approches [2]. On a choisi dans les deux cas 5 fonctions d'appartenance en entrée couvrant tout l'univers du discours : PG (Positif Grand), PP (Positif Petit), Z (Zéro), NP (Négatif Petit), NG (Négatif Grand). La table des règles a été synthétisée en collaboration avec les opérateurs de l'installation afin de profiter de leur expérience, il y a eu un ajustement pour aboutir aux performances désirées. En termes d'agrégation des règles cette table a une forme antisymétrique [22,23].



Figure 1: Figure 1 :



Figure 2:

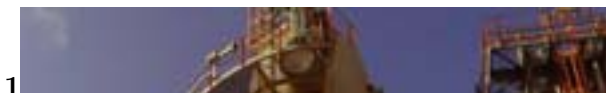


Figure 3: 1

6 A) STRUCTURE DE LA COMMANDE DE LA COLONNE D'ABSORPTION



Figure 4: Figure 3 :



Figure 5: Figure 4 :

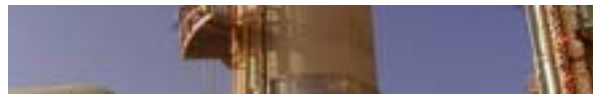


Figure 6:



Figure 7: Figure 2 :

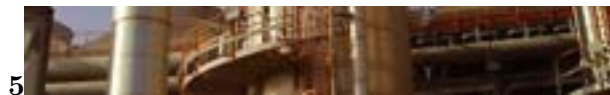


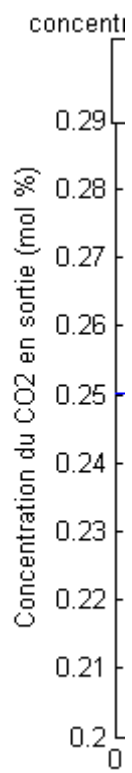
Figure 8: Figure 5 :



Figure 9: Figure 7 :

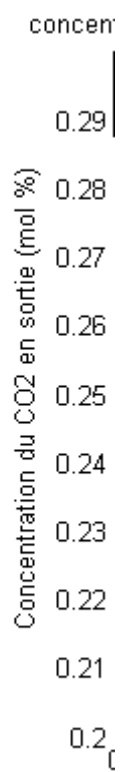


Figure 10: Figure 6 :



8

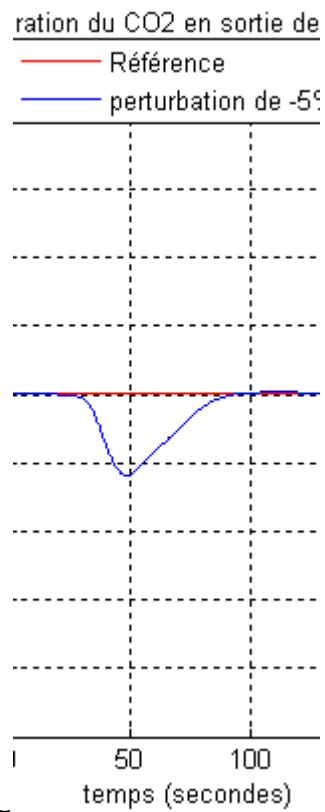
Figure 11: Figure 8 :



9

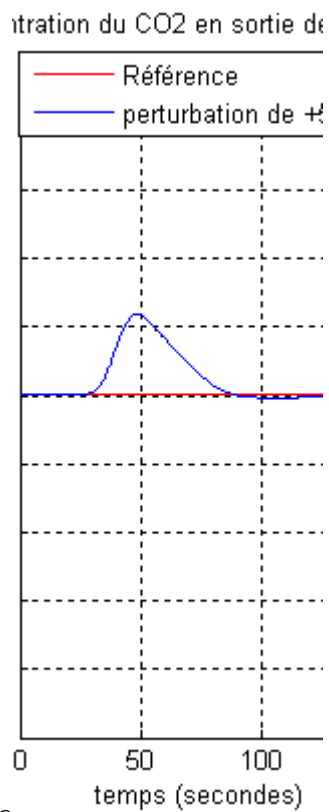
Figure 12: Figure 9 :

6 A) STRUCTURE DE LA COMMANDE DE LA COLONNE D'ABSORPTION



11011121315

Figure 13: TABLEAU 1 :Figure 10 :Figure 11 :Figure 12 :Figure 13 :Figure 15 :



16

Figure 14: Figure 16 :

¹G e XV Issue III Version I Simulation Et Régulation Par Logique Floue D'une Colonne d'Absorption Industrielle

²© 2015 Global Journals Inc. (US) Year 2015

³© 20 15 Global Journals Inc. (US)

**6 A) STRUCTURE DE LA COMMANDE DE LA COLONNE
D'ABSORPTION**

-
- 112 [Res ()] , Res . 2006. 45 p. .
- 113 [Petrovski ()] ‘A design scheme for multivariable output constrained PI regulators with applications to absorption
114 column’. D Petrovski . *Automatic Control Theory Applications*, 1980. 8 p. .
- 115 [Gad and Farooq ()] ‘An overview of fuzzy logic in power and control systems’. A Gad , M Farooq . *Proc. of the
116 46 th IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems*, (of the 46 th IEEE International
117 Midwest Symposium on Circuits and Systems) 2003. 3 p. .
- 118 [Bühler and Floue ()] H R Bühler , Commande Floue . *Editions presses polytechniques et universitaires
119 Romandes*, 1994.
- 120 [Bezzaoucha ()] ‘Commandes Floues d’une Colonne d’absorption’. S Bezzaoucha . *ENP* 2007. Alger. (Thèse de
121 Magister)
- 122 [B ()] ‘Control of processes with a state variable inequality constraint’. B . *Automatica* 1976. 17 p. .
- 123 [Crosby and Durbin ()] ‘Design and application of state variable feedback controller for a packed trickle bed
124 column with carbon dioxide absorption’. J E Crosby , L D Durbin . *Joint Automatic Control Conference*,
125 (West Lafayette, IN, USA) 1976.
- 126 [Gacogne ()] *Éléments de logique floue*, L Gacogne . 1997.
- 127 [Lee ()] ‘Fuzzy logic in control system: Fuzzy logic control-Part I and part II’. C C Lee . *IEEE Trans. Syst. Man.
128 Cybern* 1990. 20 (2) p. .
- 129 [Zadeh ()] ‘Fuzzy set’. L Zadeh . *Information and Control* 1965. 8.
- 130 [Zidane and Zebiri ()] ‘Identification multimodèle et commande par logique floue d’une colonne d’absorption
131 industrielle. Projet de fin d’études’. I Zidane , H Zebiri . *ENP* 2010. Alger.
- 132 [Trambouze et al. ()] *Les réacteurs chimiques, conception/calcul/mise en oeuvre*, P Trambouze , H V Landegheim
133 , J Wauquier . 1984. Paris, Technip. p. .
- 134 [Najim and Ruiz ()] ‘Long range predictive control of an absorption packed column’. K Najim , V Ruiz . *Applied
135 Mathematical Modelling Journal* 1995. 19 p. .
- 136 [Bedelbayev et al. ()] *Model based control of absorption tower for CO₂ capturing*, A Bedelbayev , T Greer , B
137 Lie . 2008. Porsgrunn, Norvège. p. 11. Telemark University College
- 138 [Najim ()] ‘Modelling and self-adjusting control of an absorption column’. K Najim . *International Newspaper of
139 Adaptive Control and Processing Signal*, 1991. 5 p. .
- 140 [monoethanolamine (MEA) on a pilot absorption column Distillation and absorption conference ()]
141 ‘monoethanolamine (MEA) on a pilot absorption column’. *Distillation and absorption conference*, (London,
142 England) 2006. IChemE.
- 143 [Najim and Chtourou ()] ‘Multilevel learning control of an absorption column’. K Najim , M Chtourou . *Optimal
144 control applications & Methods* 1991. 12 p. .
- 145 [Idem et al.] ‘Pilot Plant Studies of the CO₂ Capture Performances of Aqueous MEA and Mixed MEA/MDEA
146 Solvents at the University of Regina CO₂ Capture Technology Development Plant and the Boundary Dam
147 CO₂ Capture Demonstration Plant’. R Idem , M Wilson , P Tontiwachwuthikul , A Chakma . *Ind. Eng.
148 Chem*
- 149 [Landolt et al. ()] *Principes de la Logique Floue*, O Landolt , P Marchal , E Vittoz . 2015. (publication MSM,
150 n° 4, 1992. Year)
- 151 [Tontiwachwuthikul et al. ()] ‘Rigorous simulation and design of columns for gas absorption and chemical
152 reactions packed columns’. P Tontiwachwuthikul , A Meisen , C J Lim , . L Deleye , G F Froment .
153 *Comp. Chem. Eng* 1986. 10 p. .
- 154 [Seddari ()] ‘Simulation d’une colonne à garnissage d’absorption du CO₂ par une solution aqueuse de
155 monoéthanolamine à 25°C et 40 °C’. S Seddari . *ENP* 2004. Alger. (Thèse de Magister)
- 156 [Simulation Et Régulation Par Logique Floue D’une Colonne d’Absorption Industrielle ”CO₂ Absorption by NaOH, MEA and A
157 ‘Simulation Et Régulation Par Logique Floue D’une Colonne d’Absorption Industrielle ”CO₂ Absorption
158 by NaOH, MEA and AMP solutions to packed columns’. *Chemical Engineering Science* 1992. 47 p. .
- 159 [Selatnia and Seddari] *Simulation of CO₂*, S Selatnia , Seddari .
- 160 [Pintola et al. ()] ‘Simulation of pilot plant and industrial CO₂ -MEA absorbers’. T Pintola , P Tontiwach-
161 wuthikul , A Meisen . *Gas separation and purification*, 1993. 7 p. .
- 162 [Darwish and Fantin ()] ‘Stabilization and control of absorber tower chemical process’. M Darwish , J Fantin .
163 *Third IFAC/IFIP/IFORS Conference on System Approach for Development*, (Rabat) 1980.