



Chapitre III : Séparation du gaz de synthèse

III-1- Introduction

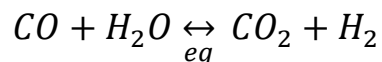
Comme mentionné précédemment dans le chapitre précédent, le gaz de synthèse est défini comme un gaz avec H₂ et CO comme principaux composants du carburant. Le gaz de synthèse brut peut également contenir des quantités importantes de CO₂ et de H₂O. Étant donné que le gaz de synthèse est généralement utilisé à des pressions plus élevées pour synthétiser des produits chimiques et des carburants, certains contenus doivent généralement être minimisés dans le gaz de synthèse.

III-2- Purification de l'hydrogène

Parmi les techniques de production de l'hydrogène au stade industriel, les deux procédés de vaporeformage et d'oxydation partielle (Voir Chapitre 2) donnent en produit de sortie un mélange de gaz contenant de l'hydrogène mais aussi du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone. Afin d'obtenir de l'hydrogène pur, il est nécessaire de rajouter une étape de purification.

III-2-1- Purification après vaporeformage

Après l'étape de vaporeformage et de Water Gas Shift (eq 1), il reste de l'ordre de 1% de monoxyde de carbone et entre 16 et 20% de dioxyde de carbone. Les étapes de purifications suivantes consistent en :



La diminution de la teneur en dioxyde de carbone : le dioxyde de carbone peut être éliminé par des procédés chimiques utilisant les éthanamines ou les carbonates :

- La monoéthanolamine (MEA) a été longtemps utilisée avant d'être remplacée par la méthyl-diéthanolamine (MDEA). Le principe de la purification réside dans l'adsorption du dioxyde de carbone dans la MDEA

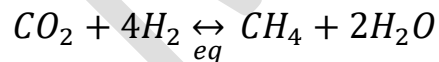
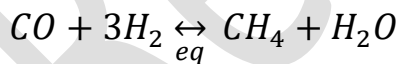


(liquide dans les conditions de température et de pression du procédé). Cette technique permet d'atteindre des puretés en dioxyde de carbone de l'ordre de 0,1 vol% (1000 ppm).

- Dans le cas des carbonates, le dioxyde de carbone est dissout à chaud dans une solution de carbonate de potassium. Les optimisations successives du procédé permettent actuellement d'atteindre des taux de dioxyde de carbone résiduaire de 0,005vol% (50 ppm).

La diminution des teneurs résiduaire en monoxyde et dioxyde de carbone : pour obtenir des puretés d'hydrogène encore plus élevées, le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone résiduaire peuvent être éliminés par une étape de méthanation ou par adsorption sélective des impuretés sur des lits de tamis moléculaire (PSA, Pressure Swing Adsorption).

- La purification par méthanation consiste à faire réagir le monoxyde ou le dioxyde de carbone avec l'hydrogène selon les équations Eq.2 et Eq.3 :



Cette réaction a lieu en présence d'un catalyseur nickel entre 300 et 340°C. Les teneurs résiduaire en monoxyde de carbone et en dioxyde de carbone sont inférieures à 0,001 vol% (10 ppm).

- La purification par adsorption sélective est basée sur le principe de l'adsorption des impuretés sur des lits de tamis moléculaire.

L'opération a lieu à température ambiante et sous une pression de 20 à 25 bars. La pureté finale de l'hydrogène est de l'ordre de 99,9999 vol%. La régénération du tamis moléculaire est obtenue en diminuant la pression au-dessus du lit (d'où la désignation de PSA pour Pressure Swing Adsorption) ou en augmentant la température (TSA, Thermal Swing Adsorption). Il est à noter que les procédés



PSA sont plus rapides que les procédés TSA.

III-2-2- Purification après oxydation partielle

Dans le cas de la technologie Shell, la purification de l'hydrogène se fait selon les étapes suivantes :

- Désulfuration
- Conversion du monoxyde de carbone
- Méthanation ou PSA

Dans le cas de la technologie Texaco la purification de l'hydrogène se fait selon les étapes suivantes :

- Conversion du monoxyde de carbone
- Désulfuration
- Méthanation ou PSA

Dans les deux cas, l'étape de purification par PSA n'est pas nécessairement précédée d'une étape de décarbonatation comme dans le cas du vaporeformage.

III-3- Comparaison des rendements des procédés

Pour les différentes techniques évoquées ci-dessus, les rendements de récupération de l'hydrogène et sa pureté ne sont pas les mêmes.

Le Tableau 1 donne la pureté des gaz récupérés en sortie de procédé ainsi que le rendement global (à partir du gaz de synthèse) :

Tableau 1 : Comparaison des puretés et rendement en hydrogène selon les procédés

	Vaporeformage + méthanation	Vaporeformage + PSA	Oxydation partielle (Procédé Texaco)	Oxydation partielle (Procédé Shell)
Pureté de H ₂	95 à 98%	99,9%	99,9%	99,9%
Rendement*	~ 98%	85 à 90%	85 à 88%	85 à 88%



Références

R. A. El-Nagar, and A. A. Ghanem, "Syngas Production, Properties, and Its Importance", in Sustainable Alternative Syngas Fuel. London, United Kingdom: IntechOpen, 2019.

Mandal S, Maity S, Gupta PK, Mahato A, Bhanja P, Sahu G. Synthesis of middle distillate through low temperature Fischer-Tropsch (LTFT) reaction over mesoporous SDA supported cobalt catalysts using syngas equivalent to coal gasification. Applied Catalysis A: General. 2018;557:55-63

Pour les autres chapitres ou plus d'informations, merci d'utiliser le code QR

