



## Chapitre II : Production du gaz de synthèse

### II-1- Introduction

Le gaz de synthèse (également connu sous le nom de gaz de synthèse) est un mélange de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H<sub>2</sub>) qui est utilisé comme gaz combustible mais qui est produit à partir d'une large gamme de matières premières carbonées et est utilisé pour produire une large gamme de produits chimiques. La production de gaz de synthèse, c'est-à-dire de mélanges de monoxyde de carbone et d'hydrogène est connue depuis plusieurs siècles et peut être réalisée par gazéification de combustibles carbonés.

S'appuyant sur la littérature et les connaissances techniques, le gaz de synthèse peut être produit à partir de l'une des nombreuses matières premières carbonées (telles qu'un résidu de pétrole brut, du pétrole lourd, du bitume de sable bitumineux et de la biomasse).

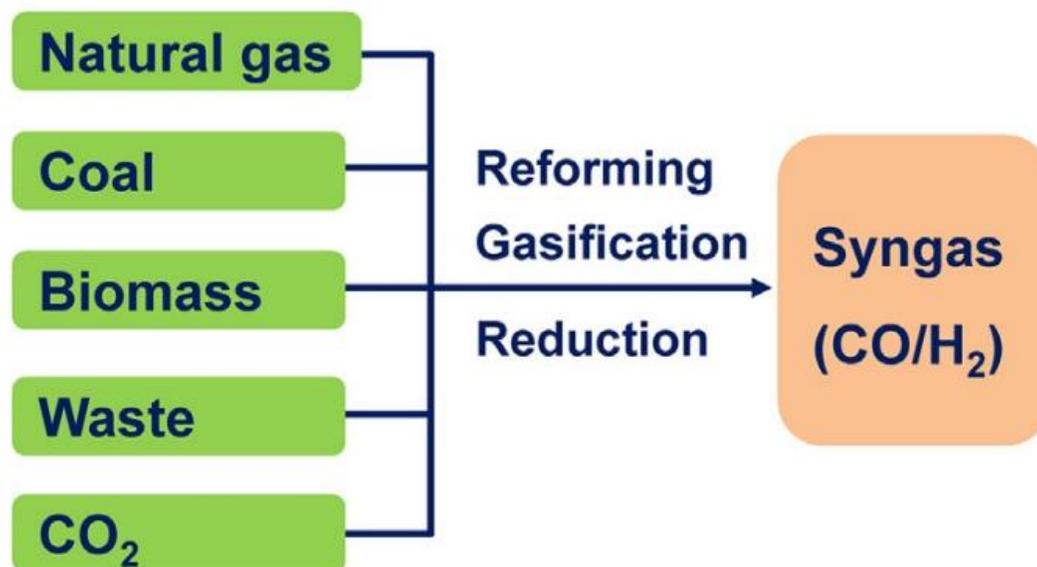


Figure 1. Des ressources carbonées transformables en gaz de synthèse

Ce cours est dédié à expliquer les différentes manières qui peuvent probablement être adoptées afin de produire les gaz de synthèse en utilisant diverses ressources.



## II-2- Production de gaz de synthèse

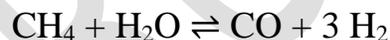
### VII-3-2-1- À partir de gaz naturel

Il y a une étape importante qui doit avoir lieu avant de transformer le gaz naturel en gaz de synthèse, représentée par l'élimination des impuretés. Les plus importants sont les composés soufrés (tels que H<sub>2</sub>S), principalement en raison des effets toxiques qu'ils peuvent avoir sur les catalyseurs.

Pour la production de gaz de synthèse (H<sub>2</sub>, CO et CO<sub>2</sub>), de nombreux procédés peuvent être utilisés, les points suivants présentent un bref détail sur les technologies couramment utilisées.

#### Reformage à la vapeur

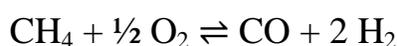
Le processus de reformage à la vapeur est la méthode traditionnellement dominante, dans ce processus, le gaz méthane et la vapeur sont mélangés à haute température et pression, puis, à l'aide de catalyseurs, forment du monoxyde de carbone et de l'hydrogène. Cette réaction nécessite un niveau de température relativement élevé pouvant atteindre 850 °C.



La réaction de production de gaz de synthèse est fortement endothermique et nécessite donc beaucoup d'énergie thermique. L'énergie thermique nécessaire est couverte par la récupération de la chaleur associée à la production de synthèse mais peut également être fournie par la combustion d'une partie du gaz naturel.

#### Oxydation partielle

Une autre voie de base utilisable pour la production de gaz de synthèse est le procédé d'oxydation partielle, l'équation de cette réaction peut être donnée comme suit :



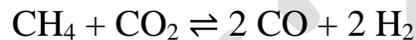
Contrairement à la réaction précédente, cette réaction est légèrement exothermique. Il est nécessaire de mentionner que la plupart des usines modernes qui utilisent



l'oxydation partielle utilisent de l'oxygène pur au lieu de l'air afin d'éviter la nécessité d'un processus de séparation supplémentaire pour l'azote du gaz de synthèse, ce qui entraîne des frais supplémentaires liés à la séparation et la purification de l'oxygène de l'air.

### Reformage à sec

Une autre méthode permet l'obtention du gaz de synthèse représenté dans le reformage à sec, ce procédé consiste à faire réagir du méthane et du dioxyde de carbone en l'absence de vapeur d'eau pour produire le gaz de synthèse, la réaction associée à ce procédé est donnée comme suit :

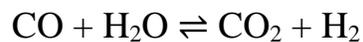
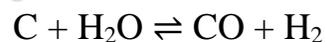
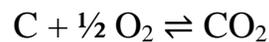


Cette réaction est plus endothermique que celle associée au reformage à la vapeur.

Cependant, il existe une méthode supplémentaire présentée dans la combinaison du reformage à la vapeur et de l'oxydation partielle, comme un moyen d'améliorer le processus global et de mieux contrôler la composition du gaz de synthèse produit.

### **VII-3-2-2- À partir de charbon**

Le procédé consiste en la conversion du charbon en gaz de synthèse est appelé gazéification, et c'est une combinaison d'oxydation partielle et de traitement à la vapeur, les réactions associées à ce procédé se présentent comme suit :



Selon la composition du charbon utilisé, le traitement ainsi que les conditions de conception peuvent varier. De plus, en raison du manque d'hydrogène dans ce procédé, une réaction de conversion gaz-eau a lieu (troisième réaction) comme moyen d'améliorer le rapport H/CO.

De plus, il est nécessaire de mentionner que, contrairement au gaz naturel, le gaz



de synthèse produit à partir du charbon nécessite généralement une purification supplémentaire, comme moyen de protéger les catalyseurs sensibles contre l'empoisonnement.

### VII-3-2-3- Biomasse

Le méthanol peut également être produit en utilisant la biomasse presque existante comme le bois, les algues, les déchets agricoles et les déchets municipaux, où l'emploi d'un procédé de gazéification est suffisant à cet effet. Cependant, la production de méthanol à partir de ces matières premières alternatives est confrontée à de nombreux défis, parmi lesquels les coûts associés au processus de production, où des coûts d'investissement élevés sont nécessaires en raison de la nature et de la composition de la biomasse.

Par conséquent, la gazéification est la méthode conventionnelle utilisée pour produire du méthanol à partir de la biomasse, ce processus est presque similaire au processus de gaz de synthèse à partir du charbon. Dans ce processus, la biomasse doit d'abord être séchée et pulvérisée à une teneur en humidité ne dépassant pas 15 à 20 % en poids. De plus, ce processus se compose de deux étapes, la première étape se réfère à la pyrolyse, ou distillation destructive, dans laquelle la biomasse séchée est chauffée jusqu'à 400-600°C en l'absence d'oxygène pour empêcher une combustion complète, ce processus conduit à la libération de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone, d'hydrogène, de méthane ainsi que d'eau et de goudrons volatils. De plus, une réaction supplémentaire à une température comprise entre 1 300 et 1 500 °C a lieu pour la biomasse restante en présence d'oxygène afin de produire principalement du monoxyde de carbone. Après cela, le gaz de synthèse produit à partir de la pyrolyse et de la conversion du charbon de bois est purifié avant la synthèse du méthanol.

De plus, la biomasse contient une teneur élevée en goudron qui présente des défis supplémentaires en raison du fait qu'elle se condense facilement dans les tuyaux, les filtres et les chaudières. Ces défis techniques ont jusqu'à présent empêché l'exploitation à grande échelle de ce procédé.

Aussi, les dernières recherches dans le domaine reposent sur une alternative intéressante est la conversion enzymatique, qui repose essentiellement sur la



digestion anaérobie qui produit du méthane, en employant des plantes marines telles que les macro et microalgues ainsi que la jacinthe d'eau et la quenouille, etc. Le processus de conversion enzymatique a encore besoin de plus de recherche et de développement avant une éventuelle commercialisation à grande échelle.

Dr. Redjeb



## Références

K. Aasberg-Petersen, I. Dybkjær, C. V. Ovesen, N. C. Schjødt, J. Sehested, and S. G. Thomsen, "Natural gas to synthesis gas – Catalysts and catalytic processes," *J. Nat. Gas Sci. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 423–459, May 2011.

Kang Cheng, Jincan Kang, David L. King, Vijayanand Subramanian, Cheng Zhou, Qinghong Zhang, Ye Wang, Chapter Three - Advances in Catalysis for Syngas Conversion to Hydrocarbons, Editor(s): Chunshan Song, *Advances in Catalysis*, Academic Press, Volume 60, 2017, Pages 125-208, ISSN 0360-0564, ISBN 9780128120729, <https://doi.org/10.1016/bs.acat.2017.09.003>.

James G. Speight, *Unconventional gas*, Editor(s): James G. Speight, Natural Gas (Second Edition), Gulf Professional Publishing, 2019, Pages 59-98, ISBN 9780128095706, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809570-6.00003-5>.

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

