

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE CONSTANTINE 3  
FACULTE DU GENIE DES PROCEDES PHARMACEUTIQUES  
DEPARTEMENT DU GENIE CHIMIQUE INDUSTRIELLE

Mémoire  
Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME DE MASTER

En Génie Chimique

Intitulé

Simulation d'un microréacteur pour une  
réaction de Fischer Tropsch

Présenté par :

**DJEGHRI Chehla**

**ZAREZI Moussa**

Sous la direction de :

**M.S. KOUTCHOUKALI**

Année universitaire 2012-2013

# Sommaire

**Nomenclature**.....8

**Liste des figures** .....10

**Liste des tableaux** .....11

**Introduction**.....8

## **Chapitre I : Réaction de Fischer-Tropsch :**

**I.1.** Introduction sur la synthèse de Fischer et Tropsch(SFT).....9

**I.2.** Historique de la réaction.....10

**I.3.** Les catalyseurs utilisés pour la SFT.....11

**I.4.** Cinétique de la réaction.....12

## **Chapitre II : Mise en œuvre de la réaction de FT :**

**II.1.** Les réacteurs slurry.....15

**II.2.** Les réacteurs trickle bed.....16

**II.3.** Les réacteurs monolithiques.....17

## **Chapitre III : le microréacteur :**

**III.1.** Définition d'un microréacteur.....18

**III.2.** Fonctionnement du microréacteur pour la SFT.....18

**III.3.** Les avantages du microréacteur.....21

**III.4.** Les désavantages du microréacteur.....22

<b>III.5.</b> Mise en œuvre des microréacteurs.....	22
<b>III.5.a.</b> Les matériaux.....	22
<b>III.5.b.</b> L'obtention des microréacteurs.....	23

**Chapitre IV:** modélisation et simulation d'un microréacteur pour une réaction de Fischer-

Tropsch :

<b>IV.1.</b> Modèle mathématique : microréacteur enrobé (Wall-coated).....	24
<b>IV.1. a.</b> Bilan de matière par rapport au réactif j.....	25
<b>IV.1.b.</b> Bilan thermique.....	26
<b>IV .2.</b> Simulation.....	27
<b>IV.2.a.</b> Evolution des flux molaires en fonction de la longueur du microréacteur.....	29
<b>IV.2.b.</b> Evolution des flux molaires en fonction de volume du microréacteur....	31
<b>IV.2.c.</b> Evolution du taux de conversion en fonction de volume du Microréacteur.....	33
<b>IV.2.d.</b> Evolution du taux de conversion en fonction de WHSV.....	34
<b>IV.2.e.</b> Evolution du taux de conversion en fonction de la température.....	35
<b>IV.2.f.</b> Evolution du taux de conversion en fonction de GHSV et la température à volume et pression constant.....	36

**Conclusion**.....

**Résumé**.....

**Bibliographie**.....

## Nomenclature :

A : Surface du microréacteur ( $m^2$ )

$a_c$  : Surface spécifique ( $m^2/g$ )

$c_j$  : Concentration du réactif j ( $mole/m^3$ )

$c_p$  : Chaleur spécifique du gaz ( $Joul.kg^{-1}.k^{-1}$ )

$D_j$  : Coefficient de diffusion du réactif j ( $m^2/s$ )

d : Diamètre du microréacteur (m)

dg : Degré de vide = 0.4

$E_a$  : Energie d'activation (joule/mole)

F : Flux molaire total (mol/h)

$F_e$  : Flux molaire total à l'entrée (mol/h)

$F_i$  : Flux molaire du constituant i (mol/h)

$F_{CO_e}$  : Flux molaire initial du CO à l'entrée (mol/h)

$F_{H_2_e}$  : Flux molaire initial de  $H_2$  à l'entrée (mol/h)

$F_T$  : Flux thermique (joule/s)

GHSV : Vitesse spatiale horaire gazeuse ( $h^{-1}$ )

$H_2/CO$  : Rapport molaire de l'Hydrogène par rapport au monoxyde de carbone

$K^0$  : Constante de la vitesse de la réaction ( $mole.h^{-1}.kg_{cat}^{-1}.Pa^{-0.476}$ )

L : Longueur du microréacteur (m)

$\dot{m}_g$  : Débit massique du gaz (kg/h)

P : Pression totale de sortie (Pa)

$P_e$  : Pression totale d'entrée (Pa)

$P_i$  : Pression partielle du constituant i (Pa)

$P_s$  : Pression totale aux conditions standards (Pa)

Q : Débit volumique ( $m^3/h$ )

$Q_e$  : Débit volumique total à l'entrée ( $m^3/h$ )

$Q_s$  : Débit volumique total à l'entrée aux conditions standards ( $m^3/h$ )

R : Constante des gaz parfait ( $Pa.m^3/mole.k$ )

r : Direction radiale

$(r_{FT})$  : Vitesse intrinsèque de réaction chimique ( $mole.h^{-1}.Kg_{cat}^{-1}$ )

$(-r_j)_{app}$  : Vitesse apparente ( $mole h^{-1}Kg_{cat}^{-1}$ )

$r_y$  : Rayon du microréacteur (m)

S : Surface du catalyseur ( $m^2$ )

$T_e$  : Température d'entrée (K)

$T_{ref}$  : Température de référence (K)

$T_s$  : Température aux conditions standards (K)

$V_{tot}$  = Volume totale du microréacteur ( $m^3$ )

$u(r)$  : Vitesse de l'écoulement suivant la direction radiale (m/s)

WHSV : Vitesse spatiale horaire massique ( $m^3 \cdot h^{-1} \cdot Kg_{cat}^{-1}$ )

$X_{co}$  : Le taux de conversion de CO

$z$  : Direction axiale

$(-\Delta H_{rea})$  : Enthalpie de la réaction ( $Joul \cdot h^{-1}$ )

Les symboles grecs :

$\rho_c$  : La masse volumique du catalyseur ( $kg / m^3$ )

$\rho_g$  : La masse volumique du gaz ( $kg/m^3$ )

$\tau$  : Temps de passage (h)

$\lambda$  : Le coefficient diffusif (conductor) du gaz ( $w \cdot m^{-1} \cdot k^{-1}$ )

Cette étude paramétrique de la simulation du comportement d'un microréacteur constitue seulement une introduction. Beaucoup de travail reste à faire et doit être approfondi en considérant d'autres hypothèses et situations liées à la taille du réacteur (diamètre et longueur) en s'appuyant sur la réalisation du microréacteur et d'étude expérimentale.

Par ailleurs, des grandeurs spécifiques au microréacteur ont été introduites : l'inverse du temps de passage, noté  $GHSV$ , et le rapport de la surface interne et du volume du réacteur ( $S/V$ ).

## **Résumé :**

La synthèse de Fischer Tropsch est une réaction exothermique qui permet d'obtenir à partir de gaz de synthèse ( $\text{CO}+\text{H}_2$ ), des paraffines, oléfines, alcool...). La mise en œuvre de cette réaction se fait généralement dans des réacteurs triphasique en suspension.

Dans cette étude, l'étude des microréacteurs a été abordée et présentée. La modélisation de ce type de réacteur a été faite par un modèle simple.

Mot clé : Fischer Tropsch, gaz de synthèse, microréacteur

## **Summary:**

The synthesis of Fischer Tropsch is an exothermic reaction which allows from synthesis gas ( $\text{CO}+\text{H}_2$ ), paraffin, olefins, alcohol ...). The implementation of this reaction makes generally in a triphasic reactor in suspension.

In this study, the study of microreactors was approached and presented. The modeling of this type of reactor was made by a simple model.

Key words: Fischer Tropsch, synthesis gas, microreactor