Toutes les équations du PDF

1) $CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2$ $\quad \Delta H = 206.10^3$ kJ/kmol

2) $CH_4 + 2H_2O \rightleftharpoons CO_2 + 4H_2$ $\quad \Delta H = 164,9.10^3$ kJ/kmol

3) $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ $\quad \Delta H = -41,1.10^3$ kJ/kmol

(R_1 R_2 et R_3 sont les vitesses des réactions)

4) $R_1 = \dfrac{k_1}{P_{H_2}^{2,5}} \dfrac{P_{CH_4} P_{H_2O} - \dfrac{P_{H_2}^3 P_{CO}}{K_1}}{(DEN)^2}$ $\quad [K_1] = bar^2$ $\quad [k_1] = \dfrac{\sqrt{bar}}{s\ kg}$

5) $R_2 = \dfrac{k_2}{P_{H_2}^{3,5}} \dfrac{P_{CH_4} P_{H_2O}^2 - \dfrac{P_{H_2}^4 P_{CO_2}}{K_2}}{(DEN)^2}$ $\quad [K_2] = bar^2$ $\quad [k_2] = \dfrac{\sqrt{bar}}{s.kg}$

6) $R_3 = \dfrac{k_3}{P_{H_2}} \dfrac{P_{CO} P_{H_2O} - \dfrac{P_{H_2} P_{CO_2}}{K_3}}{(DEN)^2}$ $\quad [K_3] =$ sans dim. $\quad [k_3] = \dfrac{kmol}{kg\ s\ bar}$

7) $DEN = 1 + K_{CO} P_{CO} + K_{H_2} P_{H_2} + K_{CH_4} P_{CH_4} + \dfrac{K_{H_2O} P_{H_2O}}{P_{H_2}}$

$[k_{CO}] = [K_{H_2}] = [K_{CH_4}] = bar^{-1}$ $\quad [K_{H_2O}] =$ sans dim

Rappel $F_{tot} . P_i = P \dfrac{F_i}{F_{tot}}$

8) $n_{CH_4} = -R_1 - R_2$

9) $n_{H_2O} = -R_1 - 2R_2 - R_3$

10) $n_{H_2} = 3R_1 + 4R_2 + R_3$

11) $n_{CO} = R_1 - R_3$

12) $n_{CO_2} = R_2 + R_3$

13) $CaO + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3$ $\quad \Delta H = -178,8.10^3$ kJ/kmol

14) $k_c(T) = M_k e^{\frac{N_k}{T}}$ k_c vitesse de carbonatation $\Rightarrow [k_c] = s^{-1}$

15) $b(T) = M_b e^{\frac{N_b}{T}}$ b. temps pour arriver à la moitié $\Rightarrow [b] = s$

M_k, M_b, N_k, N_b sont des const. dépendant du type de pellets.

16) $\frac{d u_g C_i}{dz} = \eta(1-\varepsilon)\rho_{cat} r_1 - (1-\varepsilon)\rho_{CaO} r_{cbm}$

$[u_g] = m/s$ $[C_i] = \frac{kmol}{m^3}$ ε porosité du réacteur η efficacité du catalyseur

$[\rho_{cat}] = [\rho_{CaO}] = \frac{kg}{m^3}$ r_{cbm} taux de conso par carbonatation du CO_2 $[r_{cbm}] = \frac{kmol}{kg\ s}$

17) $\frac{dX}{dz} = \frac{M_{CaO}}{u_s} r_{cbm}$ u_s vitesse linéaire du lit solide le long du réacteur

18) $r_{cbm} = \frac{k_c}{M_{CaO}} \left(1 - \frac{X}{X_u}\right)^2$, $X_u = k_c . b$

19) $\left[(1-\varepsilon)\rho_s u_s C_{ps} + \rho_g u_g C_{pg}\right] \frac{dT}{dz}$

$= -(1-\varepsilon)\rho_{cat} \sum_j n R_j H_{Rj} - (1-\varepsilon)\rho_{CaO} r_{cbm} H_{cbm} + k_w (T_w - T) \frac{4}{D_R}$

avec $\rho_s = \frac{W_{cat} + W_{CaO}}{\frac{W_{cat}}{\rho_{cat}} + \frac{W_{CaO}}{\rho_{CaO}}}$ et $\rho_g = \frac{1}{RT} \sum_i M_i P_i$ $[P_i]$: bar

C_{ps} et C_{pg} capacités thermiques des solide et du gaz ($kJ/kg\ mol\ K$)

20) $\frac{dP}{dz} = -\frac{\rho_g u_g^2}{d_p} \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \left(\frac{150(1-\varepsilon)\mu}{d_p \rho_g u_g} + 1,75\right) 10^{-5}$ où μ est la viscosité