

les procédés continus correspondent à des processus en réacteurs ouverts (RCPA ou RP).  
il y a entrée et sortie de matière du réacteur en continu lors de son fonctionnement.

les débits massiques **et** les débits molaires d'une espèce A en entrée et sortie :

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{m,A}^e = \left(\frac{dm_A}{dt}\right)^e \text{ kg. s}^{-1} \text{ débits massiques en entrée} \\ D_{m,A}^s = \left(\frac{dm_A}{dt}\right)^s \text{ kg. s}^{-1} \text{ débits massiques en sortie} \\ D_A^e = \left(\frac{dn_A}{dt}\right)^e \text{ mol. s}^{-1} \text{ débits molaire en entrée} \\ D_A^s = \left(\frac{dn_A}{dt}\right)^s \text{ mol. s}^{-1} \text{ débits molaire en sortie} \end{array} \right.$$

On a d'ailleurs aussi la relation :  $D_A = \frac{D_{m,A}}{M_A}$  avec  $M_A$  la masse molaire de A

**en réacteur ouvert en régime stationnaire le bilan de masse dans le reacteur nous donne :**

$$m(t + dt) = m(t) + dt \cdot \left(\frac{dm}{dt}\right)^s - dt \cdot \left(\frac{dm}{dt}\right)^e$$

$$m(t + dt) = m(t)$$

$$\left(\frac{dm}{dt}\right)^e = \left(\frac{dm}{dt}\right)^s$$

dans l'hypothèse où la masse volumique ne varie pas au cours de la réaction ,  
le débit volumique se conserve.

**RCPA désigne :**

les réacteurs continu parfaitement agité, sa composition y est homogène en particulier :

$$[R_i]^s = [R_i] \text{ et } [P_i]^s = [P_i]$$

Le temps de passage  $\tau$  dans les réacteur en chimie :

$$\tau = \frac{V}{D_v} \left\{ \begin{array}{l} \tau : \text{ temps de passage (s)} \\ V : \text{ volume du réacteur (m}^3\text{)} \\ D_V : \text{ débit volumique (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)} \end{array} \right.$$

**Bilan de matière dans un RCPA :  $\nu_A A + \nu_B B = \nu_C C$**

$$n_A(t + dt) = n_A(t) + d_{nA}^e - d_{nA}^s + d_{nA}^r \text{ avec } d_{nA}^r < 0$$

on est en régime stationnaire donc :

$$d_{nA}^e - d_{nA}^s + d_{nA}^r = 0$$

$D_V$  le débit volumique,  $v$  la vitesse de la réaction,  $V$  le volume du réacteur

$$[A]^e \cdot D_V \cdot dt - [A]^s \cdot D_V \cdot dt + V \cdot v \cdot \nu_A \cdot dt = 0$$

$$[A]^e \cdot D_V - [A]^s \cdot D_V + V \cdot v \cdot \nu_A = 0$$

$$([A]^e - [A]^s) \cdot D_V + V \cdot v \cdot \nu_A = 0$$

$$[A]^s = [A]^e + \nu_A v \tau$$

**Comment faire un tableau d'avancement en réacteur ouverts :**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{L'état initial} \rightarrow \text{entré} \\ \text{L'état final} \rightarrow \text{sortie} \\ \text{l'avancement} \rightarrow \text{un avancement par unité de temps } \xi \end{array} \right.$$

débit molaire et taux de conversion:(dans les tableau d'avancement)

$$\boxed{\dot{\xi} = \frac{d\xi}{dt}} \begin{cases} d\xi : \text{avancement élémentaire (mol)} \\ dt : \text{dureé élémentaire (s)} \end{cases}$$

$$\boxed{\alpha = \frac{\dot{\xi}}{\dot{\xi}_{max}}} \begin{cases} \dot{\xi} : \text{débit molaire (mol. s}^{-1}\text{)} \\ \dot{\xi}_{max} : \text{débit molaire max(mol. s}^{-1}\text{)} \end{cases}$$

**Racteur piston (RP) :**

Un réacteur ouvert de longueur L et section S, où l'on découpe son fonctionnement en tranche dx

**Bilan de matière dans un RP :**  $\nu_A A + \nu_B B = \nu_C C$

$$n_A(t + dt) = n_A(t) + d_{nA}^2(x) - d_{nA}^2(x + dx) + d_{nA}^2 \text{ }^r \text{ avec } d_{nA}^r < 0$$

on est en régime stationnaire donc :

$$d_{nA}^2(x) - d_{nA}^2(x + dx) + d_{nA}^2 \text{ }^r = 0$$

$D_V$  le débit volumique,  $v$  la vitesse de la réaction,  $V$  le volume du réacteur

$$[A]_x \cdot D_V \cdot dt - [A]_{x+dx} \cdot D_V \cdot dt + dV \cdot v \cdot \nu_A \cdot dt = 0$$

$$[A]_x \cdot D_V - [A]_{x+dx} \cdot D_V + dV \cdot v \cdot \nu_A = 0$$

$$-d[A]_x \cdot D_V - [A]_{x+dx} \cdot D_V + dV \cdot v \cdot \nu_A = 0$$

$$\boxed{\frac{d[A]_x}{dx} = \frac{v\nu_A S}{D_V}}$$

**Thermodynamique d'un RCPA :**

dans les conditions d'utilisation du RCPA le premier principe s'écrit :  $dH = \delta Q$

$$\text{On note la puissance thermique : } \mathcal{P}_{th} = \frac{\delta Q}{dt} = \frac{dH}{dt}$$

L'enthalpie étant une fonction d'état on décompose :  $dH = dH_\varphi + dH_\chi \implies \mathcal{P}_{th} = \mathcal{P}_\varphi + \mathcal{P}_\chi$

$$\begin{cases} \varphi : \text{Echauffement isobare du système de } T_e \text{ à } T_s \text{ (étape dite 'physique')} \\ \chi : \text{Transformation isotherme et isobare des réactifs à } T_s \text{ (étape dite 'chimique')} \end{cases}$$

**Etablir les expressions de :**  $\mathcal{P}_\varphi$  et  $\mathcal{P}_\chi$  à partir de  $dH_\varphi$  et  $dH_\chi$

$$\begin{aligned} dH_\varphi &= \int_{T_e}^{T_s} dm_{eau}^e \cdot c_{p,eau}^\circ \cdot dT \\ &= dm_{eau}^e \cdot c_{p,eau}^\circ \cdot (T_s - T_e) \\ &= \rho_{eau} \cdot dV \cdot c_{p,eau}^\circ \cdot (T_s - T_e) \\ &= \rho_{eau} \cdot D_V \cdot dt \cdot c_{p,eau}^\circ \cdot (T_s - T_e) \\ \mathcal{P}_\varphi &= \rho_{eau} \cdot D_V \cdot c_{p,eau}^\circ \cdot (T_s - T_e) \\ dH_\chi &= \Delta_r H^\circ \cdot d\xi \\ \mathcal{P}_\chi &= \Delta_r H^\circ \cdot \frac{d\xi}{dt} \\ \mathcal{P}_\chi &= \Delta_r H^\circ \cdot V \cdot v \end{aligned}$$

$$\boxed{\mathcal{P}_\varphi = \rho_{eau} \cdot D_V \cdot c_{p,eau}^\circ \cdot (T_s - T_e) \text{ et } \mathcal{P}_\chi = \Delta_r H^\circ \cdot V \cdot v}$$

**Etablir à partir d'un bilan de matière sur le réactif R :**  $\mathcal{P}_{th}$  sachant que  $(R_{(aq)} = P_{(aq)})$

$$[R]^e D_V dt - [R]^s D_V dt - vV dt = 0 \text{ et } [R]^s = [R]^e (1 - \alpha)$$

$$[R]^e \alpha D_V = vV \implies \mathcal{P}_\chi = \Delta_r H^\circ [R]^e \alpha D_V$$

$$\boxed{\mathcal{P}_{th} = D_V (\rho_{eau} c_{p,eau}^\circ (T_s - T_e) + [R]^e \alpha \Delta_r H^\circ)}$$