

CINÉTIQUE EN RÉACTEUR OUVERT

cours CC4 – J. Joubert



► Plan du cours

1. Réacteur parfaitement agité continu

- 1.1. Rappels sur les modèles de réacteur
- 1.2. Écoulements dans un RPAC
- 1.3. équation de fonctionnement d'un RPAC
- 1.4. Étude d'une loi de vitesse

2. Associations de réacteurs

- 2.1. Association en parallèle
- 2.2. Association en série

► Compétences spécifiques

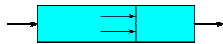
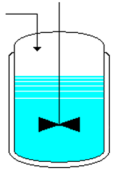
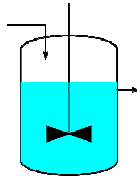
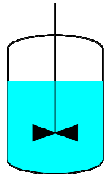
- Exprimer la vitesse de disparition d'un réactif ou de formation d'un produit à l'aide d'un bilan de matière instantané.
- Établir la loi de vitesse à partir de mesures fournies.

J. JOUBERT – COURS CC4 – PLAN DU COURS



1. Réacteur parfaitement agité continu

1.1. Rappels sur les modèles de réacteur



Exemples :

- Réacteur fermé parfaitement agité

- Réacteur parfaitement agité continu

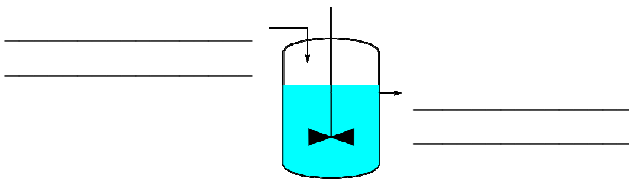
- Réacteur semi-ouvert

- Réacteur piston

Copyrighted free use, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1528809>

1.2. Écoulements dans un RPAC

Un réacteur ouvert est caractérisé par des **flux de matières**.



Propriété : pour un fluide incompressible, il y a conservation du débit volumique :

Propriété : lien entre les débits volumiques et molaire

Définition : on appelle **débit volumique**, Q , le volume entrant (ou sortant) dans le réacteur par unité de temps.

Définition : on appelle **débit molaire** du constituant physico-chimique A_k , F_k , la quantité de matière entrant (ou sortant) dans le réacteur par unité de temps.

Remarque : le flux entrant peut être réalisé par plusieurs tubes indépendants. On a alors

$$Q_e = Q_{e,1} + Q_{e,2} + \dots$$

1.3. équation de fonctionnement d'un RPAC

Propriété : pour un réacteur parfaitement agité, la concentration de sortie d'un constituant physico-chimique est égale à sa concentration à l'intérieur du réacteur.

Bilan de matière :

Pour un réactif A :

$$\frac{dn_A}{dt} =$$

en régime continu, $\frac{dn_A}{dt} = 0$

Définition : on appelle temps de passage la grandeur

En régime continu, pour un réactif A, on a donc

Pour un produit B, $\frac{dn_B}{dt} =$

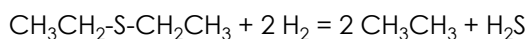
en régime continu,

J. JOUBERT – COURS CC4 – 1. RÉACTEUR PARFAITEMENT AGITÉ CONTINU

5

1.4. Étude d'une loi de vitesse

Exemple : on considère la réaction d'hydrodésulfuration en phase gaz



Il y a conservation de la quantité de matière de gaz, donc il y a conservation du débit volumique.

Le dihydrogène, $\text{H}_{2(g)}$, est introduit en grand excès. Il y a dégénérescence de l'ordre.

Loi de vitesse :

Hypothèse : ordre 0

Hypothèse : ordre 1

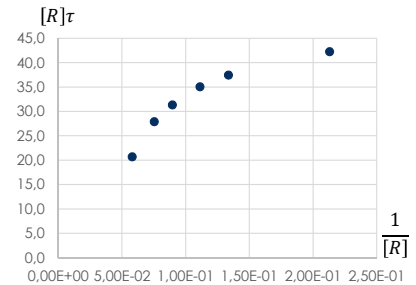
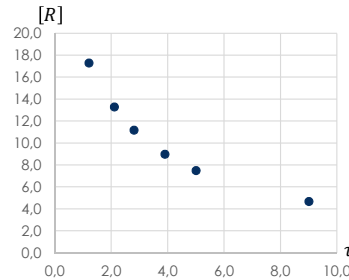
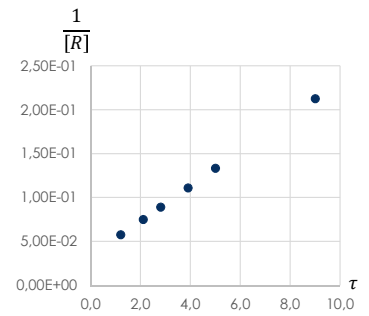
J. JOUBERT – COURS CC4 – 1. RÉACTEUR PARFAITEMENT AGITÉ CONTINU

6

1.4. Étude d'une loi de vitesse

Hypothèse : ordre 2

τ (h)	$[R]$ (mol.m ⁻³)	$1/[R]$ (mol ⁻¹ .m ³)	$[R].\tau$ (h.mol.m ⁻³)
1,2	17,3	5,78E-02	20,8
2,1	13,3	7,52E-02	27,9
2,8	11,2	8,93E-02	31,4
3,9	9,0	1,11E-01	35,1
5,0	7,5	1,33E-01	37,5
9,0	4,7	2,13E-01	42,3



Résumé :

- ▶ si ordre 0, $[R] = f(\tau)$ est une droite.
- ▶ si ordre 1, $\frac{1}{[R]} = f(\tau)$ est une droite.
- ▶ si ordre 2, $[R]\tau = f\left(\frac{1}{[R]}\right)$ est une droite.

Conclusion : La réaction est d'ordre 1

J. JOUBERT – COURS CC4 – 1. RÉACTEUR PARFAITEMENT AGITÉ CONTINU

7

2. Associations de réacteurs

2.1. Association en parallèle

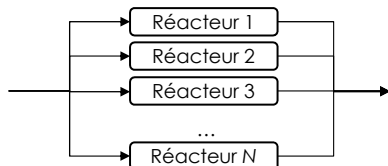
Définition : on appelle taux de conversion la grandeur

Tous les réacteurs ont un fonctionnement identique :

$$[A]_{s,1} = [A]_{s,2} = \dots = [A]_{s,N} = [A]_s$$

Conclusion : l'association en parallèle permet d'augmenter le volume de production mais ne modifie pas le taux de conversion.

On étudie l'association de N réacteurs identiques en parallèle



$$Q = \sum_{k=1}^N Q_k \text{ et } Q_k = \frac{Q}{N} \text{ pour des réacteurs identiques.}$$

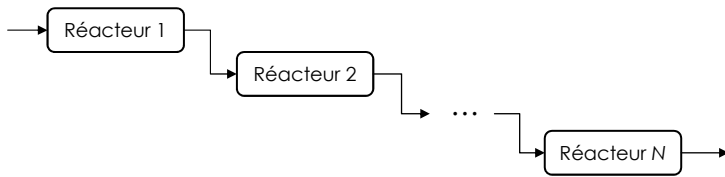
$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} = \frac{V}{Q} = \tau \text{ car } V_k = \frac{V}{N}$$

J. JOUBERT – COURS CC4 – 2. ASSOCIATION DE RÉACTEURS

8

2.2. Association en série

On étudie l'association de N réacteurs identiques en série



$$V_k = \frac{V}{N}$$

Par conservation du débit

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_N$$

Temps de passage : pour chaque réacteur, on a

$$\tau_k = \frac{V}{NQ} = \tau/N$$

$$v_A \tau_j = [A]_{j-1} - [A]_j$$

Exemple : pour une cinétique d'ordre 1

Conclusion : l'association en série n'est pas équivalente à un seul réacteur de volume V . On peut améliorer le taux de conversion par l'association en série.