Corrigé exercice 2
Centrale Pékin

Génie des Procédés

1) Commentaires sur les tableaux de résultats

1) Quelle que soit la température, le taux de conversion χ n'atteint jamais 100% ; il y a donc un équilibre.
2) Pour un même temps, le taux de conversion obtenu est d'autant plus grand que la température est élevée. C'est conforme à la loi d'Arrhénius qui dit qu'une réaction est d'autant plus rapide que la température est élevée.
3) Le taux de conversion à l'équilibre est d'autant plus grand que la température est faible ; la réaction est donc exothermique, ΔH_R est négatif.

2) Taux de conversion à l'équilibre

Le taux de conversion à l'équilibre est celui pour lequel la réaction n'évolue plus avec le temps.

T°C	-10	-5	0	10
χ_{eq}	0,94	0,92	0,89	0,84

3) Calcul des constantes de vitesse de la réaction et de la constante d'équilibre

- Les valeurs de C_B et C_C en fonction de χ sont $C_B = C_B^0\,(1-\chi)$ et $C_C = C_B^0\,\chi$

- Valeurs de K

$K = C_{Ceq}/C_{Beq} = \chi_{eq}/(1-\chi_{eq})$

T°C	-10	-5	0	10
K	15,67	11,5	8,09	5,25

4) <u>Calcul du temps de séjour θ</u>

La vitesse de consommation de B est donnée par :
$r_B = k_0\, C_A\, C_B - k'\, C_C$

Comme A est en grand excès, la concentration de A, C_A, est constante et la vitesse peut se réduire à :
$r_B = k\, C_B - k'\, C_C$ avec $k = k_0\, C_A$

En introduisant χ : $r_B = k\, C_B^0 - (k+k')\, C_B^0\, \chi$

On fait un bilan matière sur B entre t et t+dt:

$- V\,dC_B = V\,C_{B0}\,d\chi = r_B\,V\,dt$

$d\chi = (k - (k+k')\,\chi)\,dt$

Pour chaque température on peut intégrer puisque k et k' sont constants, il vient avec θ temps de séjour.

$$\ln\left[1-\left(1+\frac{k'}{k}\right)\chi\right] = -(k+k')\,t$$

On trouve que $k/k' = K_{eq}$ (constante d'équilibre).
On a vu que $K = \chi_{eq}/(1-\chi_{eq})$.
La vitesse de la réaction est nulle à l'équilibre, $r_{Beq} = k\,C_B^0 - (k+k')\,C_B^0\,\chi_{eq} = 0$
Donc K est égal à k/k'.

$$\ln\left[1-\left(1+\frac{1}{K}\right)\chi\right] = -(k+k')\,t$$

Pour chaque température, on porte $\ln\left[1-\left(1+\frac{1}{K}\right)\chi\right]$ en fonction de t ; on doit trouver une droite qui **passe par l'origine** et de pente négative égale à – (k+k').

T (°C)	-10	-5	0	10
Points pris pour la régression	6 premiers points + origine	4 premiers points + origine	3 premiers points + origine	Le premier point + origine
Pente (min^{-1})	- 0,0366	- 0,0788	- 0,1147	- 0,2351
k (min^{-1})	0,034	0,072	0,102	0,197
k' (min^{-1})	0,0022	0,0063	0,0126	0,0376

Calcul de l'enthalpie de réaction

La loi de le Châtelier donne : $\ln(K) = -\frac{\Delta H_R}{R\,T}$

On porte donc ln K en fonction de 1/T (en °K), on doit trouver une droite de pente $-\frac{\Delta H_R}{R}$. On trouve une pente de 4090 °K et donc ΔH_R = - 34 kJ/mol.

Calcul de l'installation industrielle

Durée d'une opération pour passer de $\chi_0 = 0$ à $\chi_f = 0{,}91$
$t_{op} = \frac{1}{k+k'}\,\ln\left[\frac{1}{1-(k+k')\,\chi_f}\right]$ = 57,4 min soit environ 1 heure.

La durée totale de chaque opération est donc de 2 h en tenant compte du remplissage, de la vidange et du nettoyage.

Le nombre d'opérations par an est donc de 50*8/2= 200

Pour chaque opération on doit donc produire : 7250/200 mol de carbol, soit 36,25 mol.

$36,25 = V\ C_B^0\ \chi_f$ donc $V = 1,0\ m^3$.

Chaleur à évacuer
Pour une opération on produit 36,25 mol de C, donc une quantité de chaleur Q :
$Q = = V\ C_B^0\ \chi_f\ (-\Delta H_R) = 36,25*34 = 1232,5$ kJ.