



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

B.T.S. CHIMISTE – SESSION 2010 ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ – GÉNIE CHIMIQUE

Réduire les émissions de gaz à effet de serre : capture et stockage du CO₂ Barème et correction

Partie théorique	Barème : /60
Partie théorique	Note ramenée: /20
1. Bilan de matière sur le procédé global	Partie 1 : 21
1.1. Débits molaires dans le flux B : voir page 4/4.	2 (4 × 0,5)
$Q_{mB} = Q_{molB} \times M = 813,2 \text{ kg.s}^{-1}$	1
$Q_{volB} = Q_{molB} \times RT/P$	2
$Q_{volB} = 27,85 \times 10^3 \times 8,314 \times 323,15 / 1,1 \times 10^5 = 680,2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	
1.2. Voir page 4/4.	
1.2.1. $Q_{mol}(\text{CO}_2 \text{ dans E}) = 3,902 \times 0,9096 = 3,55 \text{ kmol.s}^{-1}$	3
Fraction molaire de CO ₂ dans E : $3,55 / (3,55 + 0,18) = 95,2 \%$	1
1.2.2. Débits molaires dans C.	4 (N ₂ : 0,5 ; O ₂ : 0,5 ; H ₂ O : 1,5 ; CO ₂ : 1,5)
1.2.3. Débit molaire de A	1
Débit molaire de D	2
1.2.4. Autres valeurs du tableau (débits massiques, titres molaires dans B, C et E)	5 (-0,25 par erreur ou oubli)
2. Réaction et pompage vers A1	Partie 2 : 14
2.1. $Q_{mol} \text{ CO}_2 / 1 = Q_{mol} \text{ MEA} / 2$ donc $Q_{mol} \text{ MEA} = 7,0 \text{ kmol.s}^{-1}$	2
Donc $Q_{m\text{MEA}} = Q_{mol\text{MEA}} \times M = 427 \text{ kg.s}^{-1}$	1
$Q_{vol} = Q_{m\text{MEA}} / \rho = 0,431 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	1
2.2. $U = 4 Q_{vol} / (\pi D^2) = 4 \cdot 0,1 / (\pi \cdot 0,4^2) = 0,80 \text{ m.s}^{-1}$	1
2.3. Pertes de charge globales $\Delta P_{A-B} = \Delta P_{asp} + \Delta P_{ref}$ $\Delta P_{A-B} = (0,021 \times (30 + 5 + 40) \times 990 \times 0,8^2 / (2 \times 0,4)) + 0,2 \times 10^4$ $= 1247,4 + 0,2 \times 10^4 = 3247,4 \text{ Pa}$	2
2.4. Bernoulli entre A et B $P_A + \rho g z_A + \frac{\rho U_A^2}{2g} + \rho g H_{mt} = P_B + \rho g z_B + \frac{\rho U_B^2}{2g} + \Delta P_{A-B}$ $U_A = U_B$ car même diamètre. $H_{mt} = \frac{P_B - P_A}{\rho g} + (z_A - z_B) + \frac{\Delta P_{A-B}}{\rho g}$ $H_{mt} = -5,15 + 9 + 0,33 = 4,2 \text{ m de fluide (MEA)}$	Équation : 1 Vitesses : 1 $H_{mt} : 3$
2.5. $P_e = P_f / r = \rho g \cdot H_{mt} \cdot Q_{vol} / r = 5,4 \text{ kW}$	2

3. Absorption du CO₂	Partie 3 : 6
3.1. $Y_e = 0,163$; $Y_s = 0,0146$	2
$r = \frac{Q_{mol_{CO_2,e}} - Q_{mol_{CO_2,s}}}{Q_{mol_{CO_2,e}}}$ $r = \frac{Q_{mol_{CO_2,e}}}{Q_{mol_{gaz_autre_CO_2}}} - \frac{Q_{mol_{CO_2,s}}}{Q_{mol_{gaz_autre_CO_2}}}$ $r = \frac{Y_e - Y_s}{Y_e}$	Expression littérale : 2
Donc $r = 91\%$ ce qui est proche des $90,96\%$ annoncés	A.N. : 2
4. Bilan thermique sur les échangeurs de la colonne de stripping A2	Partie 4 : 19
4.1. $\phi = Q_{m\ vap} \cdot L_v$	1
$\theta_{eb} = 100 \times 3,5^{1/4} = 136,8\text{ °C}$	1
$L_v = 2138,2\text{ kJ.kg}^{-1}$	1
$Q_{m\ vap} = 510 \times 10^6 / (2138,2 \times 10^3) = 239\text{ kg.s}^{-1}$	1
4.2. Ce débit d'eau liquide à $136,8\text{ °C}$ est très élevé : sa chaleur doit être récupérée d'où son recyclage vers la centrale.	1
4.3. $\phi = \rho Q_{vol\ eau} C_p (\theta_s - \theta_e)$	1
$(\theta_s - \theta_e) = 183,8 \times 10^6 / (1000 \times 2. \times 4,18. \times 10^3) = 22\text{ °C}$	
$\theta_s = 52\text{ °C}$	2
4.4. $\phi = K.S.\Delta T_{ml}$	1
$\Delta T_{ml} = (\Delta T_1 - \Delta T_2) / \ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)$	1
$\Delta T_1 = 93 - 52 = 41\text{ °C}$; $\Delta T_2 = 40 - 30 = 10\text{ °C}$	
$\Delta T_{ml} = 22\text{ °C}$	2
$S = 183,8 \times 10^6 / (1800 \times 22) = 4641,4\text{ m}^2$	1
$S = \pi.D.L.N$	1
$N = 2464\text{ tubes..}$	1
4.5. Q_{vol} d'eau pour un tube = $Q_{vol} / 2464 = 8,11 \times 10^{-4}\text{ m}^3.\text{s}^{-1}$	
Donc $U = 4 \times Q_{vol} / (\pi.D^2) = 0,65\text{ m.s}^{-1}$	2
Donc $Re = \rho.U.D / \eta = 2,6 \times 10^4$: écoulement turbulent.	2

Proposition de barème pour le schéma

Echangeurs : afin de ne pas alourdir les schémas, le candidat ne sera pas pénalisé s'il ne représente pas les capteurs de température et de débit (TI et FI). Il le sera en revanche s'il oublie une régulation.

Ensemble A1 + E1	/17
Arrivée gaz par bas de A1 avec FIC + ventilateur	3
Appoint eau par haut + rampe + FIC	3
Echangeur E1 plaques, arrivée des liquides par le bas à contre courant	2
TIC, action sur débit entrée d'eau	1
Pompe	1
Pompe vers E2	1
LIC sur liquide fond de colonne	1
Purge eau au refoulement pompe	1
LIC sur liquide du plateau intermédiaire	2
Colonne A1 : 2 tronçons garnis (1/3, 2/3)	1
sortie gaz par haut et traitement, PI	1
Echangeurs E2, E3	/5
Echangeur E1 plaques : arrivée des liquides par le bas.	1
TIC	1
Rampe vers A1	1
Echangeur E2 multitubulaire : arrivée des liquides par le bas.	1
Rampe vers A2	1
Colonne A2 + E5	/8
Garnissage 1/3, 2/3	1
Liquide en fond de colonne, LIC sur débit pompe + pompe	2
PdIC + régulation débit vapeur sur E5	2
Bouilleur E5 vertical avec arrivée vapeur par en haut + purgeur en sortie.	1
Vapeur dans la calandre.	1
Liquide fond de colonne dans les tubes, arrivée par en bas. Sortie vers pied de colonne.	1
Echangeur E4, ballon R1	/10
Faisceau tubulaire E4 vertical : arrivée vapeur par en haut dans calandre.	2
Eau dans les tubes, arrivée par le bas, sortie par haut	1
TIC sur les condensats	1
Ballon R1	1
PIC sur ballon, action sur le débit des gaz sortant.	1
Soupape de sécurité sur la sortie des gaz	1
LIC sur le niveau du liquide dans R1 , action sur le débit purge en eau.	1
Purge en eau + sortie gaz acide.	1
Retour vers tête de colonne : rampe + FIC.	2
Total	/40
Note ramenée sur :	/20

Annexe 1 : Bilan de matière sur le procédé global

A: Appoint eau	Qm (kg.s ⁻¹)	M (kg.kmol ⁻¹)	Qmol (kmol.s ⁻¹)	Titre molaire (% mol)
H ₂ O	3,00	18,02	0,17	100
Total	3,00	18,02	0,17	100

B: Gaz de combustion	Qm (kg.s ⁻¹)	M (kg.kmol ⁻¹)	Qmol (kmol.s ⁻¹)	Titre molaire (% mol)
H ₂ O	59,22	18,02	3,286	11,80
CO ₂	171,6	44,01	3,902	14,01
N ₂	556,08	28,01	19,86	71,31
O ₂	25,6	32,00	0,802	2,88
Total	813,22	29,20	27,85	100

C: Gaz traité	Qm (kg.s ⁻¹)	M (kg.kmol ⁻¹)	Qmol (kmol.s ⁻¹)	Titre molaire (% mol)
H ₂ O	50,74	18,02	2,82	11,82
CO ₂	15,49	44,01	0,352	1,48
N ₂	556,3	28,01	19,86	83,34
O ₂	25,67	32,00	0,8021	3,36
Total	648,2	27,20	23,83	100

D: Purge eau	Qm (kg.s ⁻¹)	M (kg.kmol ⁻¹)	Qmol (kmol.s ⁻¹)	Titre molaire (% mol)
H ₂ O	8,29	18,02	0,46	100
Total	8,29	18,02	0,46	100

E: Gaz acidifié	Qm (kg.s ⁻¹)	M (kg.kmol ⁻¹)	Qmol (kmol.s ⁻¹)	Titre molaire (% mol)
H ₂ O	3,244	18,02	0,180	4,82
CO ₂	156,2	44,01	3,55	95,17
N ₂	0	28,01	0	0
O ₂	0	32,00	0	0
Total	159,4	42,70	3,73	100