



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier 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.

Session 2009	Page 1/10
Baccalauréat Professionnel : INDUSTRIES DE PROCEDES	Durée : 4 heures
Epreuve : E2 – Etude et conduites des opérations unitaires	Coef. : 3
CORRIGE	0906 - IP T-C

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
INDUSTRIES DE PROCEDES

EPREUVE E2:
ETUDE ET CONDUITE DES OPERATIONS UNITAIRES

DUREE 4H

COEFFICIENT 3

RECUPERATION D'ACIDE ACETIQUE

DOSSIER CORRIGE

Session 2009	Page 2/10
Baccalauréat Professionnel : INDUSTRIES DE PROCEDES	Durée : 4 heures
Epreuve : E2 – Etude et conduites des opérations unitaires	Coef. : 3
CORRIGE	0906 - I P T - U

SOMMAIRE ET BAREME

DOSSIER RESSOURCE 3/15

I - DESCRIPTION DU PROCEDE 4/15

DOSSIER TRAVAIL 6/15

II – ETUDE DU PROCEDE (10/60) 7/15

Les questions II-1 à II- 5 sont indépendantes.

III – ETUDE ET DIMENSIONNEMENT DE LA COLONNE C5 (20/60) 7/15

III –1 : Etude de l'alimentation

Questions indépendantes de III-2

III –2 : Dimensionnement de la colonne

Les questions III-2-6 et III-2-7 sont indépendantes.

IV – ETUDE DE LA REGULATION DE LA COLONNE C5 (10/60) 8/15

IV-1 : Représentation des régulations

Les questions IV-1-1 à IV-1-3 sont indépendantes.

IV-2 : Déterminer les sens d'action des régulateurs

V – ETUDE DU BILAN THERMIQUE DE LA COLONNE C5 (20/60) 8/15

V-1 : Etude du réfrigérant de distillat E1

V-2 : Etude du bilan enthalpique de la colonne C5

Les questions V-2-1 à V-2-4 sont indépendantes.

ANNEXE N°1 : SCHEMA DE PROCEDE 10/15

ANNEXE N°2 : DIMENSIONNEMENT DE LA COLONNE 11/15

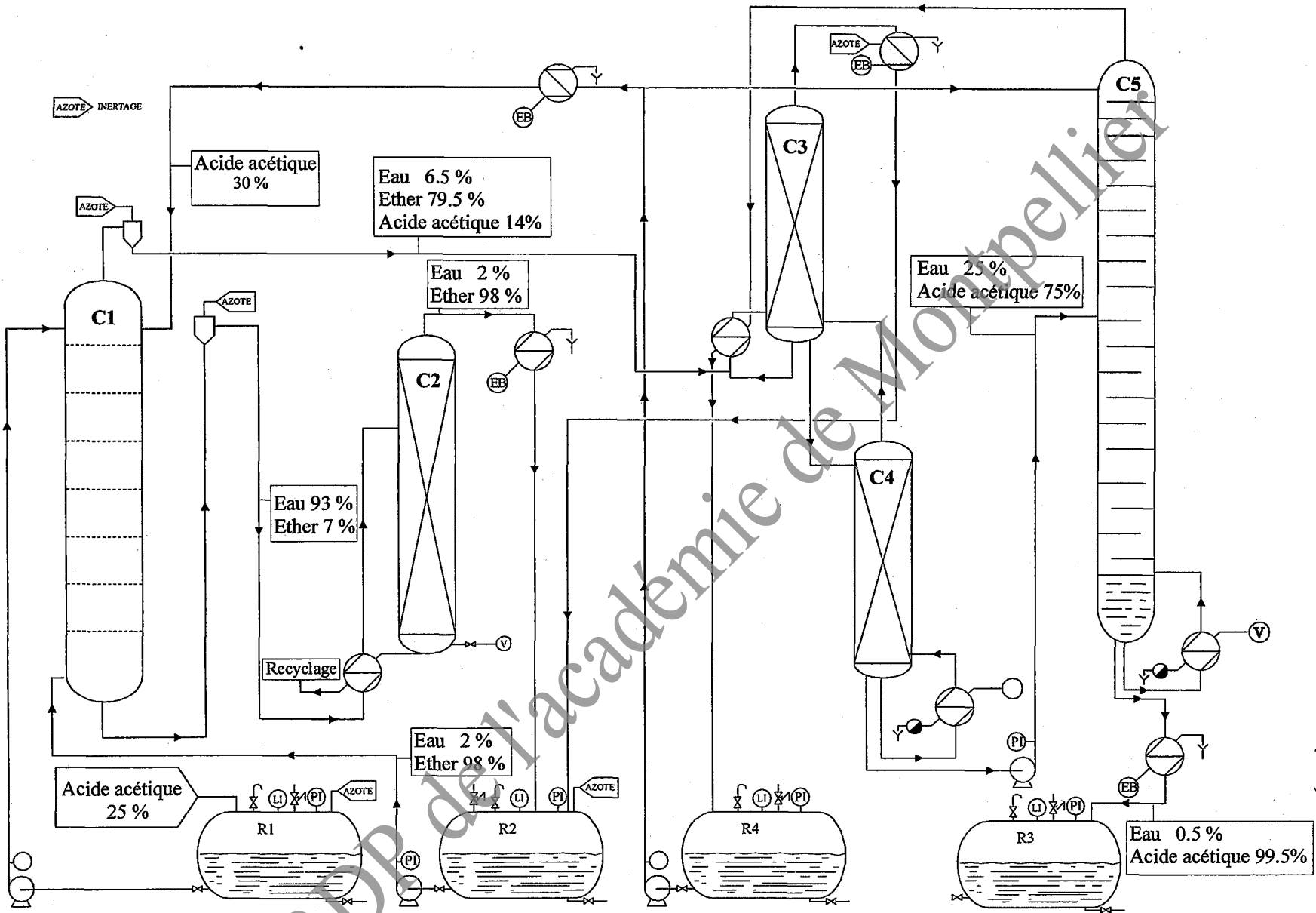
ANNEXE N°3 : BILAN MATIERE, ANNEXE N°4 : TABLEAU DE CONDUITE 12/15

ANNEXE N°5 : REPRESENTATION DES REGULATIONS 13/15

ANNEXE N°6 : REGULATION 14/15

ANNEXE N°7 : BILAN THERMIQUE 15/15

ANNEXE N°1 : SCHEMA DE PROCEDE (3/60)



CRDP de l'Académie de Montpellier

Session 2009	Page 4/10
Baccalauréat Professionnel : INDUSTRIES DE PROCEDES	Durée : 4 heures
Epreuve : E2 – Etude et conduites des opérations unitaires	Coef. : 3
CORRIGE	<i>0906 - IP T-C</i>

II – ETUDE DU PROCEDE

II-1 : A partir de la description du procédé page 4/15 et 5/15, compléter les % dans les cases prévues annexe 1 page 10/15 puis répondre aux questions suivantes. (3/60)

Voir schéma

II-2 : Quel est le rôle de la colonne C2 ? (1/60)

Récupérer l'éther de la phase lourde venant de C1 pour le réutiliser.

II-3 : Quel est le rôle des deux colonnes C3 et C4 ? (1/60)

Récupérer l'éther la phase légère venant de C1 pour le réutiliser tout en concentrant le résidu en acide pour l'envoyer en colonne C5.

II-4 : Quel est le rôle de la colonne C5 ? (2/60)

Rectifier le mélange venant de C4 pour obtenir de l'acide « pur ».

II-5 : Pourquoi effectue-t-on une extraction liquide-liquide de la solution d'acide avant de le rectifier? (2/60)

Pour concentrer la solution en acide acétique

II-6 : Quel est le rôle de l'inertage ? (1/60)

Mise sous atmosphère inerte pour éviter les risques d'explosions ou la dégradation de certains composés.

III – ETUDE DE LA COLONNE C5

III-1-1 : Calculer le titre massique de l'alimentation. (1/60)

$$\text{Weau} = \frac{(0.526 \cdot 18)}{(0.526 \cdot 18) + ((1 - 0.526) \cdot 60)} = 0.25$$

III-1-2 : Calculer le débit massique de l'alimentation. (2/60)

Débit eau :	$190 \cdot 0.526 = 99.94 \text{ kmol/h}$	$\times 18$	1798.92 kg/h	Débit massique total
Débit acide :	$190 - 99.94 = 90.06 \text{ kmol/h}$	$\times 60$	5403.60 kg/h	7202.52 kg/h

III-2 : Dimensionnement de la colonne

Voir isobare

III-2-1 : Positionner les points xa, xd et xs et tracer les 3 verticales passant par ces points. (1/60)

III-2-2 : Tracer la droite opératoire du tronçon de concentration. (1/60)

$$0.886 / 3 + 1 = 0.2215$$

III-2-3 : Tracer la droite opératoire du tronçon d'épuisement. (1/60)

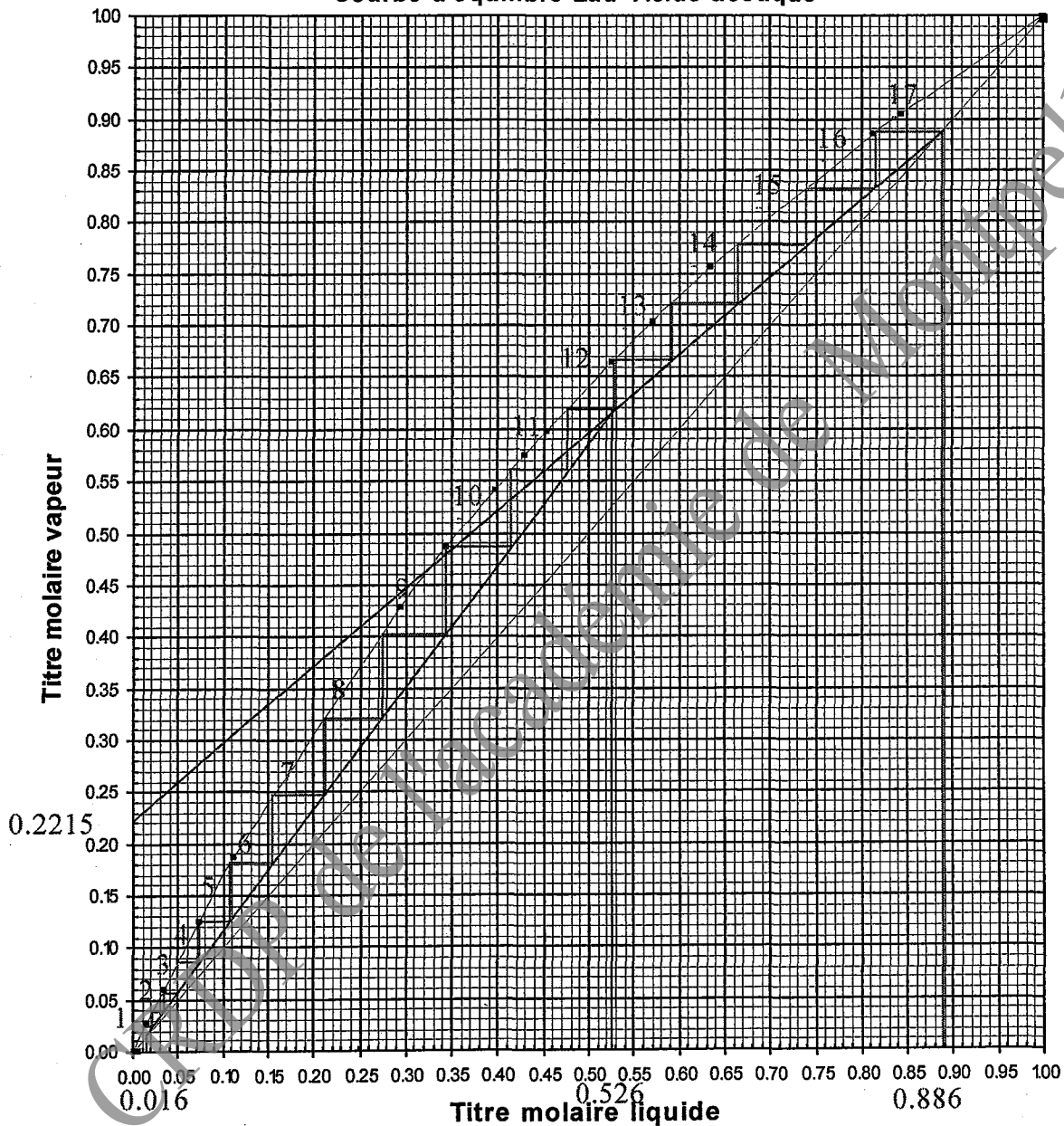
III-2-4 : Déterminer le nombre d'étages théoriques. (2/60)

17 étages théoriques 16 plateaux théoriques + le bouilleur
une erreur sur le nombre d'étages est admise si le positionnement des points est correct.

III-2-5 : Donner le nombre de plateaux réels nécessaires si l'efficacité est de 60%. (1/60)

(justifier votre réponse) $\cdot 16 / 0.6 = 27$

Courbe d'équilibre Eau-Acide acétique



III-2-6 : Etablir le bilan matière de la colonne en complétant l'annexe 3 page 12/15. (7/60)

$$190 = D + S$$

$$190 * 0.526 = (190 - S) * 0.886 + 0.016 * S$$

$$99.94 = 168.34 - 0.87 * S \rightarrow S = 78.62 \text{ kmol/h} \rightarrow D = 190 - 78.62 = 111.38 \text{ kmol/h}$$

Distillat :

$$\text{Eau : } 111.38 * 0.886 = 98.68 \text{ kmol/h}$$

$$\text{Acide : } 111.38 * 0.114 = 12.70 \text{ kmol/h}$$

Résidu:

$$\text{Eau : } 78.62 * 0.016 = 1.26 \text{ kmol/h}$$

$$\text{Acide : } 78.62 * 0.984 = 77.36 \text{ kmol/h}$$

		g/mol
Léger	eau	18
Lourd	Acide acétique	60

R= 3

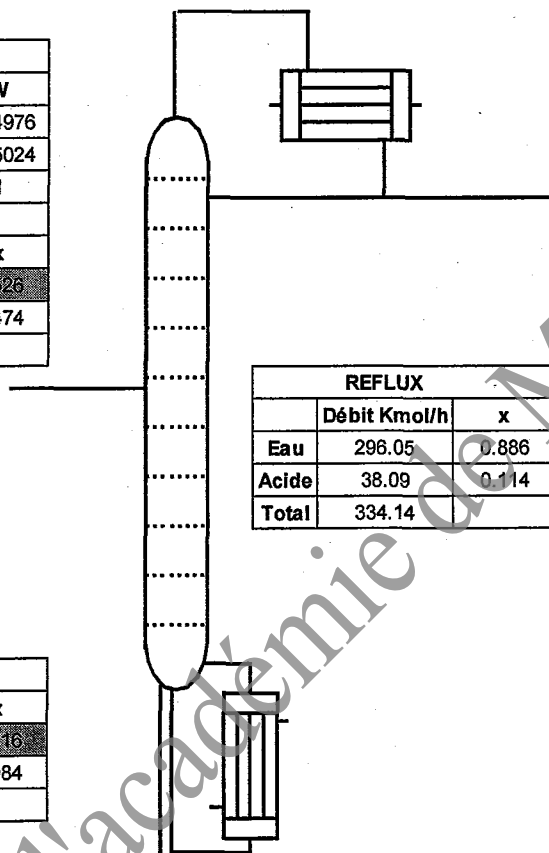
VAPEUR TETE

	Débit Kmol/h	x
Eau	394.73	0.886
Acide	50.79	0.114
Total	445.52	

ALIMENTATION

	Débit Kg/h	W
Eau	1798.92	0.24976
Acide	5403.60	0.75024
Total	7202.52	1

	Débit Kmol/h	x
Eau	99.94	0.526
Acide	90.06	0.474
Total	190	



DISTILLAT

	Débit Kmol/h	x
Eau	98.68	0.886
Acide	12.70	0.114
Total	111.38	

REFLUX

	Débit Kmol/h	x
Eau	296.05	0.886
Acide	38.09	0.114
Total	334.14	

RESIDU

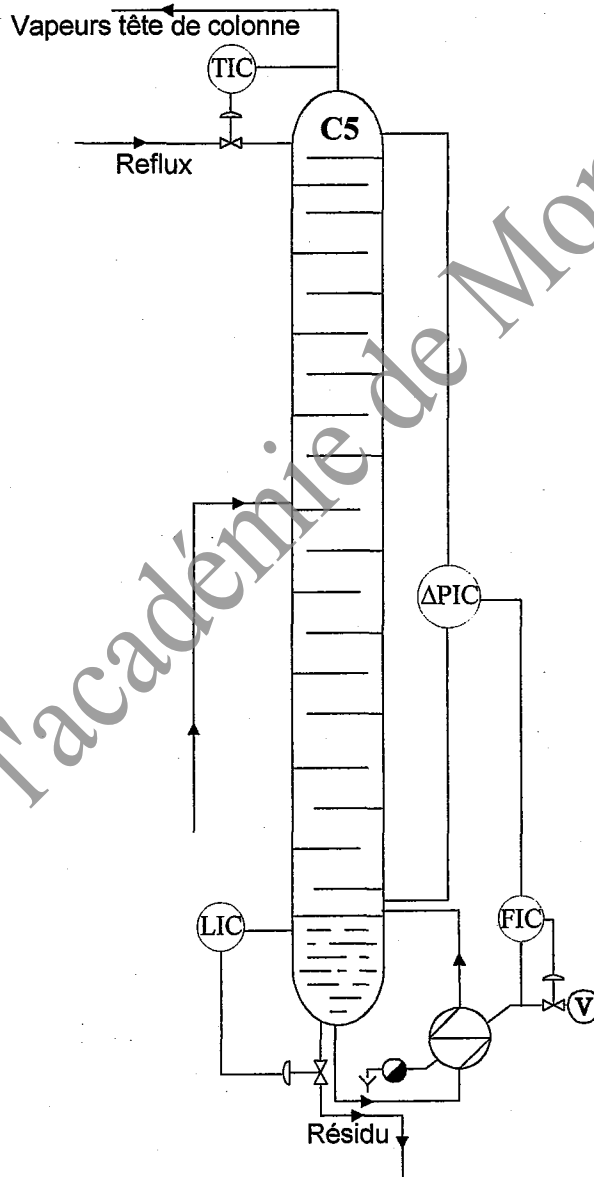
	Débit Kmol/h	x
Eau	1.26	0.016
Acide	77.36	0.984
Total	78.62	

III-2-7 : Conduite de l'installation : Etude de l'influence du taux de reflux, de la puissance de chauffe et du débit d'alimentation. (4/60)

Puissance chauffe	Taux de reflux	Débit alimentation	Titre alimentation	Débit distillat	Débit résidu	Titre résidu	T°C résidu	ΔP
→	→	→	→	→	→	→	→	→
↘	→	→	→	↘	↗	↗	↘	↘
↗	→	→	→	↗	↘	↘	↗	↗
→	↗	→	→	↘	↗	↗	↘	↗ ou ↘
→	↘	→	→	↗	↘	↘	↗	↘ ou ↗

IV – ETUDE DE LA REGULATION DE LA COLONNE C5**IV-1 : Représentation des régulations (4/60)**

Des variantes sont possibles

ANNEXE N°5 : REGULATION

IV-2 : Déterminer les sens d'action des régulateurs (6/60)

ANNEXE N°6 : REGULATION

Boucle de régulation	Grandeur réglée	Grandeur réglante	Régulateur inverse ou direct	Vanne NO ou NF
Température en tête de colonne	T° tête	Débit reflux	INV	NO
Niveau de fond de colonne	Niveau fond de colonne	Débit résidu	DIRECT	NF
ΔP	ΔP	Débit vapeur chauffe	INV	NF

NO=normalement ouvert = OMA NF=normalement fermé = FMA

Détails pour la détermination du sens d'action du régulateur.

TTête
Si T augmente → → la vanne doit s'ouvrir pour augmenter R

Signal d'entrée x →

Si T augmente → Pour q'une NO s'ouvre il faut un signal qui diminue donc INV

Niveau
Si L augmente → → la vanne doit s'ouvrir pour rétablir le niveau

Signal d'entrée x →

Si L augmente → Pour q'une NF s'ouvre il faut un signal qui augmente donc DIRECT

ΔP
Si ΔP augmente (l'écart augmente) → → la vanne doit se fermer pour diminuer la chauffe

Signal d'entrée x →

Si ΔP augmente → Pour q'une NF se ferme il faut un signal qui diminue donc INV

Session 2009	Page 9/10
Baccalauréat Professionnel : INDUSTRIES DE PROCEDES	Durée : 4 heures
Epreuve : E2 – Etude et conduites des opérations unitaires	Coef. : 3
CORRIGE	0906 - IP T-C

V – ETUDE DU BILAN THERMIQUE DE LA COLONNE C5

V-1 : Etude du réfrigérant de distillat E1.

V-1-1 : Calculer le débit d'eau de refroidissement au réfrigérant E1 (2.5/60)

$$2538 * 3.616 * (101.4-20) = \text{Deau} * 4.18 * (40-15)$$

$$747041.01 = \text{Deau} * 104.5$$

$$\text{Deau} = 7148.72 \text{ kg/h}$$

V-1-2 : L'échangeur E1 compte 40 tubes de diamètre intérieur 12.5 mm. Calculer la vitesse de l'eau dans les tubes. (2.5/60)

$$\text{Deau} = V * S * n \quad (7148.72 / 1000 * 3600) * 4 = V * \text{PI} * (0.0125)^2 * 40$$

$$V = 0.405 \text{ m/s}$$

V-1-3 : les fluides circulent à contre courant. Calculer le coefficient global d'échange. (2.5/60)

$$\text{Re} = 1000 * 0.405 * 0.0125 / 0.001 = 5062.5 \quad \text{turbulent}$$

V-1-4 : les fluides circulent à contre courant. Calculer le coefficient global d'échange. (2.5/60)

On donne $S = 5.7 \text{ m}^2$ et $\phi = K.S.DTLM$ avec $DTLM = \frac{\Delta T_e - \Delta T_s}{\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)}$

$$747041.01 = K * 5.7 * \frac{(101.4-40)-(20-15)}{\ln\left(\frac{101.4-40}{20-15}\right)}$$

$$747041.01 = K * 5.7 * 22.49$$

$$K = 5827.5 \text{ kJ.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$$

V-2 : Etude du bilan enthalpique de la colonne C5

	ΔH kJ/h	D_m kg/h	KJ/h			
Vapeur tête	2060	10152	20913120	Q_v	V-2-1	(1/60)
Residu	271.3	4664.4	1265451.72	Q_r	V-2-2	(1/60)
Alimentation	295.6	7202.5	2129059	Q_a	V-2-3	(1/60)
Reflux	367.7	7614	2799667.8	Q_{reflux}	V-2-4	(1/60)
Vapeur chauffe	$Q_{\text{chauff}} = 8300 * L_v$				V-2-5	(2/60)

V-2-6 : Etablir le bilan thermique de la colonne présentée en annexe et calculer la chaleur latente de vaporisation de la vapeur d'eau de chauffage .

Bilan	$Q_v + Q_r = Q_a + Q_{\text{reflux}} + Q_{\text{vapeurchauffe}}$
$Q_{\text{vapchauffe}}$	$172449844.92 \text{ kJ/h} = Q_v + Q_r - Q_a - Q_{\text{reflux}}$
Débit vapeur	8300 kg/h
L_v	2078.29 kJ/kg

(2/60)

V-2-7 : Calculer la pression de la vapeur d'eau de chauffage

Session 2009	Page 10/10
Baccalauréat Professionnel : INDUSTRIES DE PROCEDES	Durée : 4 heures
Epreuve : E2 – Etude et conduites des opérations unitaires	Coef. : 3
CORRIGE	0906- IP T- C

T	157.49 °C =	$(2078.19-2535)/-2.9$
P	6.15 atm =	$(157.52/100)^4$

(2/60)

CRDP de l'académie de Montpellier