



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

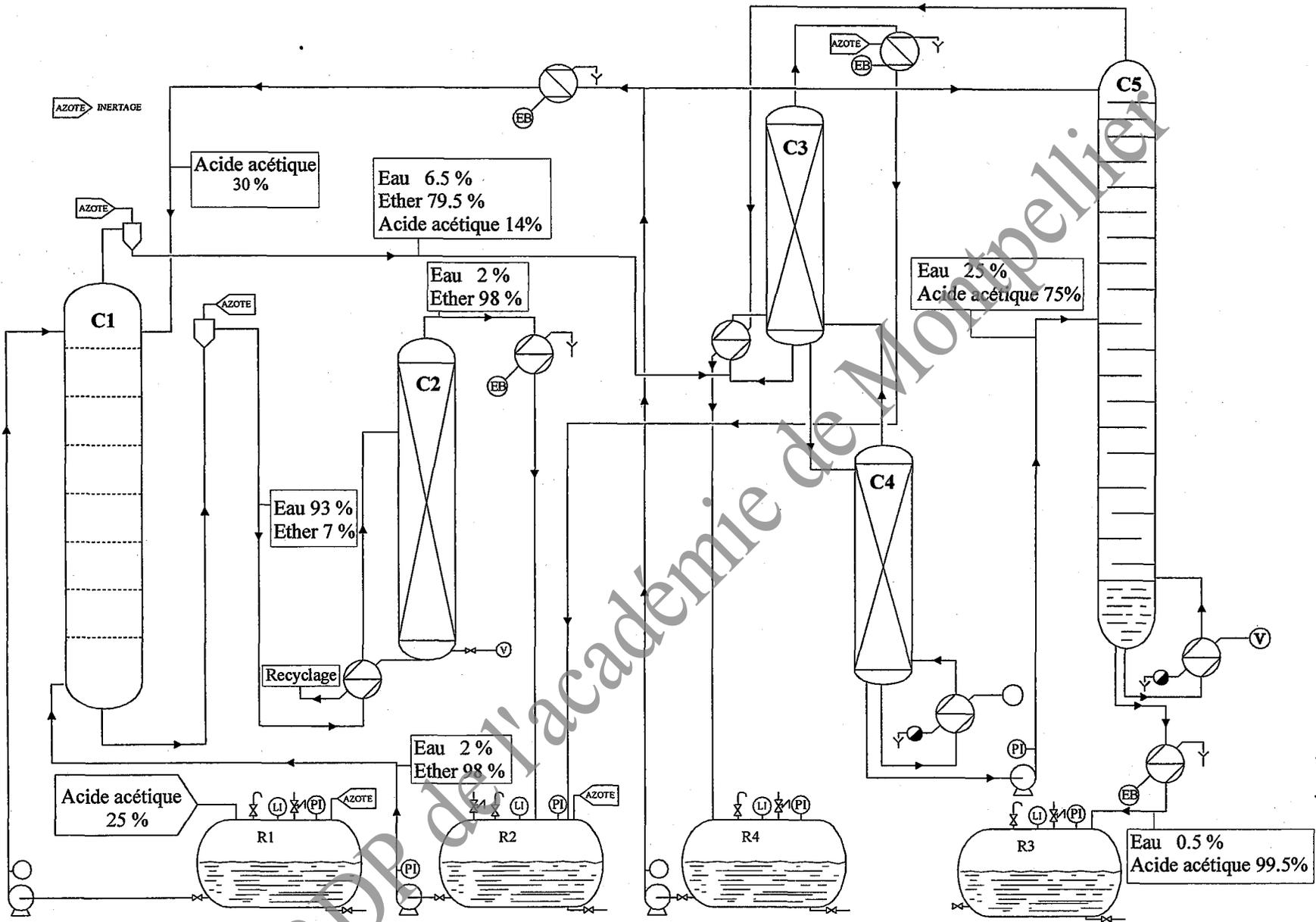
**ANNEXE N°3 : BILAN MATIERE, ANNEXE N°4 : TABLEAU DE CONDUITE** 12/15

**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)



<b>Session 2009</b>	<b>Page 4/10</b>
<b>Baccalauréat Professionnel : INDUSTRIES DE PROCEDES</b>	<b>Durée : 4 heures</b>
<b>Epreuve : E2 – Etude et conduites des opérations unitaires</b>	<b>Coef. : 3</b>
<b>CORRIGE</b>	<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)**

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

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

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

**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)**

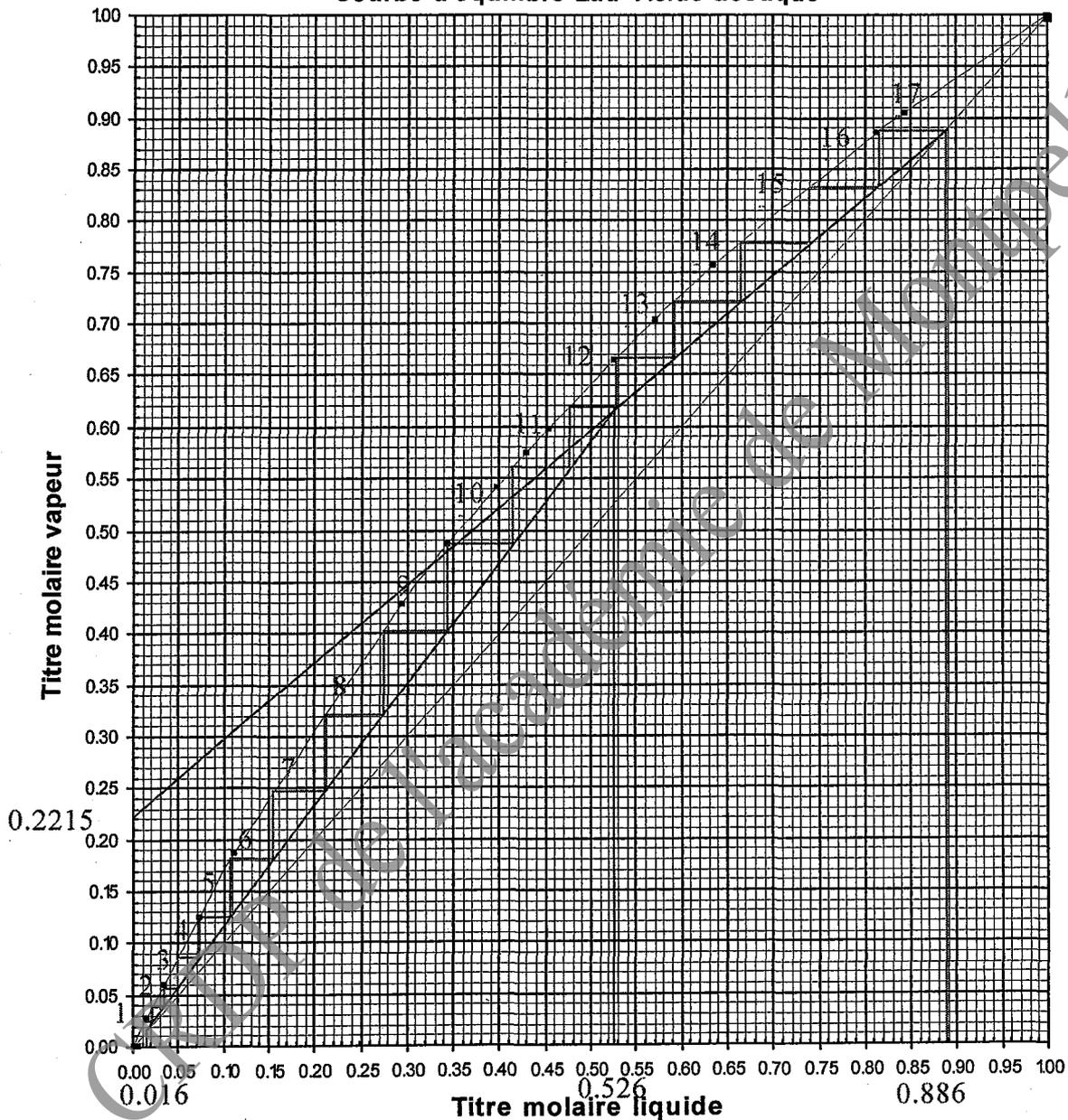
**III-2-4 : Déterminer le nombre d'étages théoriques. (2/60)**

**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)  $.16/0.6 = 27$*

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

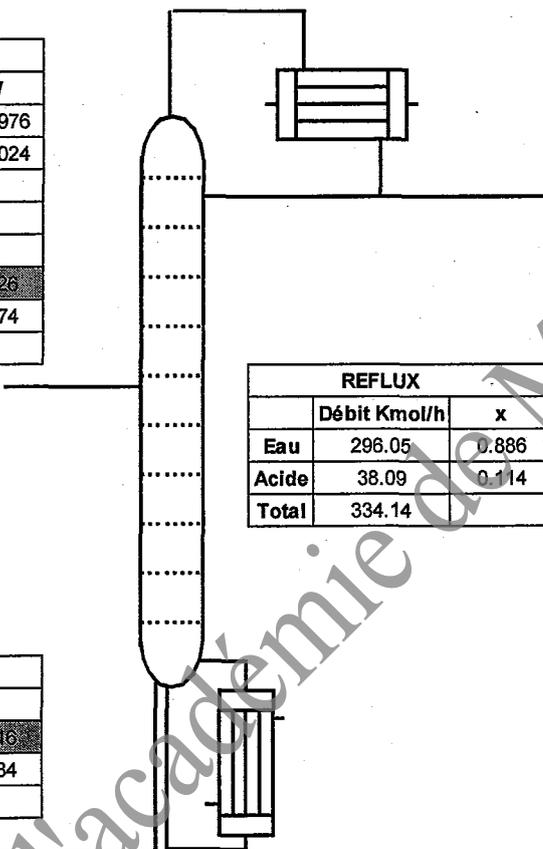
	Débit Kmol/h	x
Eau	394.73	0.886
Acide	50.79	0.114
Total	445.52	

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

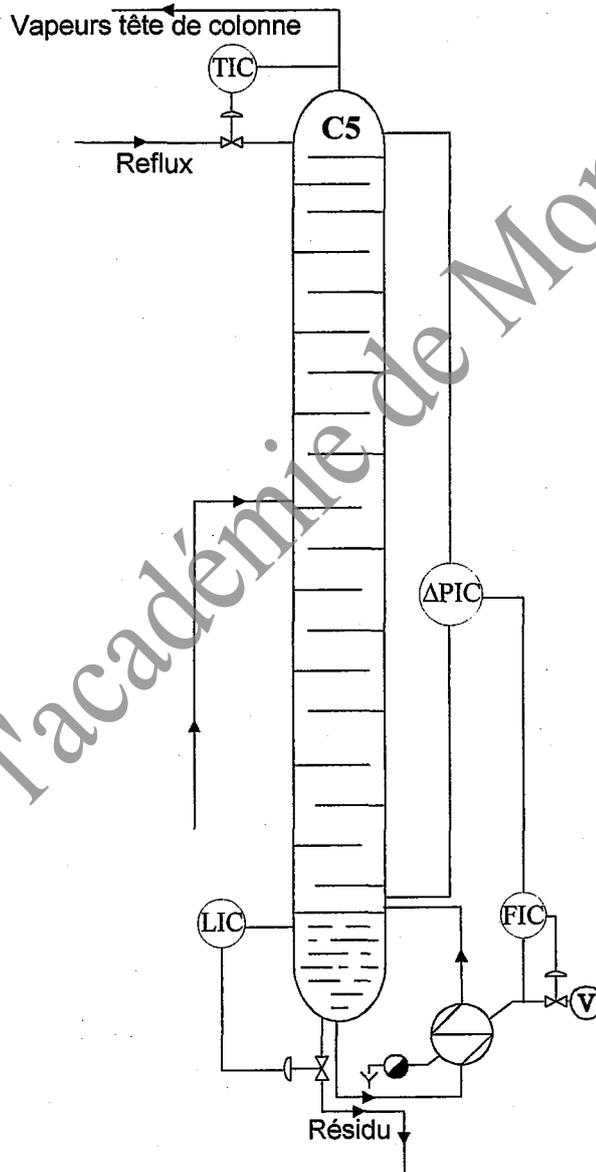
	Débit Kmol/h	x
Eau	1.26	0.016
Acide	77.36	0.984
Total	78.62	

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**

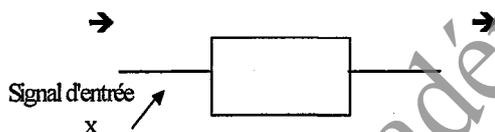
Boucle de régulation	Grandeur réglée	Grandeur réglante	Régulateur inverse ou direct	Vanne NO ou NF
Température en tête de colonne	T° tête	Débit reflux	INV	NO
Niveau de fond de colonne	Niveau fond de colonne	Débit résidu	DIRECT	NF
$\Delta P$	$\Delta P$	Débit vapeur chauffe	INV	NF

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

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

Si L augmente

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

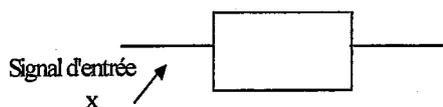
**$\Delta P$**

Si  $\Delta P$  augmente (l'écart augmente)

→

→

la vanne doit se fermer pour diminuer la chauffe



Si  $\Delta P$  augmente

Pour q'une NF se ferme il faut un signal qui diminue donc INV

<b>Session 2009</b>	<b>Page 9/10</b>
<b>Baccalauréat Professionnel : INDUSTRIES DE PROCEDES</b>	<b>Durée : 4 heures</b>
<b>Epreuve : E2 – Etude et conduites des opérations unitaires</b>	<b>Coef. : 3</b>
<b>CORRIGE</b>	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  $DTLM = \frac{\Delta T_e - \Delta T_s}{\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)}$

$$747041.01 = K * 5.7 * \frac{(101.4-40)-(20-15)}{\ln\left(\frac{101.4-40}{20-15}\right)} \quad 747041.01 = K * 5.7 * 22.49$$

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

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

	$\Delta H$ 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	$Q_{\text{reflux}}$	V-2-4	(1/60)
Vapeur chauffée	$Q_{\text{chauffe}} = 8300 * L_v$				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**

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

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