



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.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

INDUSTRIES DE PROCÉDÉS

SESSION 2012

ÉPREUVE E2 : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE

Sous-épreuve A2 : ÉTUDE ET CONDUITE DES OPÉRATIONS UNITAIRES

*Calculatrice autorisée, conformément à la circulaire n°99-186 du
16 Novembre 1999
Aucun document autorisé*

*Le sujet se compose de 14 pages, numérotées de 1/14 à 14/14.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.*

Ce sujet sera rendu dans sa totalité, agrafé dans une copie anonymée

DOSSIER TRAVAIL		
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL INDUSTRIES DE PROCÉDÉS	E2 : Épreuve technologique Sous-épreuve A2 : Étude et conduite des opérations unitaires	
	Session : 2012	Coef : 3 Durée : 4 heures
Repère : 1206-IPT21	Ce dossier comporte 14 pages	Page 1/14

TABLE DES MATIÈRES

Colonne d'absorption de l'acétate de vinyle D1		30,5 points
Compréhension du fonctionnement de la colonne	11,5 points	Page 3/14
Conduite et dysfonctionnement	14,5 points	Page 4/14
Bilan matière	4,5 points	Page 7/14
Réacteur A1		20,5 points
Bilan molaire	4,5 points	Page 8/14
Bilan thermique	10 points	Page 10/14
Grandeurs caractéristiques de la réaction	6 points	Page 12/14
Réseau d'alimentation de la colonne de rectification D2		9 points
HMT	5 points	Page 13/14
NPSH	4 points	Page 14/14

FABRICATION DE L'ACÉTATE DE VINYLE

1. COMPRÉHENSION DU FONCTIONNEMENT DE LA COLONNE D'ABSORPTION (11,5 points)

Condition : l'absorption fonctionne en mode continu (voir l'annexe I du dossier ressources – page 5/9).

Mettre une croix dans **la ou les** case(s) correspondant à la bonne réponse (**les questions sont indépendantes**).

1.1 La colonne est composée :

- de garnissages
- de plateaux perforés
- de plateaux à cloches
- de chicanes

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

1.2 Quel est le rôle de l'échangeur E1 ?

1.3 Si la température du gaz riche entrant dans la colonne d'absorption augmente, l'absorption est :

- favorisée
- défavorisée
- sans conséquence

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

1.4 Si la pression du gaz riche entrant dans la colonne d'absorption augmente, l'absorption est :

- favorisée
- défavorisée
- sans conséquence

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

1.5 Si le débit de gaz riche augmente, le débit d'acide acétique :

- augmente
- diminue
- augmente de K fois par rapport au débit de gaz
- diminue de K fois par rapport au débit de gaz
- reste constant

<input type="checkbox"/>

1.6 Si le débit d'acide acétique augmente et que le débit de recyclage de la solution riche reste constant, la vanne LCv1 :

- s'ouvre
- se ferme
- reste en position

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

1.7 Après la phase transitoire, dans le cas d'une augmentation du débit de la solution riche recyclée, le niveau en fond de colonne :

- augmente
- diminue
- reste constant

1.8 Définir quelles sont les grandeurs réglées, les grandeurs de réglage (grandeurs réglantes) et les grandeurs indiquées. Mettre une croix dans la case correspondant à la bonne réponse.

Niveau de la colonne			
Débit de la solution riche non recyclée			
Température de la solution riche recyclée			
Débit de solution riche recyclée			
Débit de saumure			
Débit de gaz pauvre			
Titre du gaz pauvre			
Titre de la solution riche			
Pression dans la colonne D1			
Rapport K : débit de solvant/débit de gaz			
	Grandeurs réglées	Grandeurs de réglage	Grandeurs indiquées

2. CONDUITE ET DYSFONCTIONNEMENT (14,5 points)

(Voir l'annexe I du dossier ressources page 5/9). Les questions sont indépendantes.

Les boucles de régulation sont en automatique.

2.1 Le transmetteur FT1 de débit de gaz riche est dérégulé et le signal reçu par le multiplicateur FY1 est inférieur de 20% au débit réellement véhiculé. Quelle est alors l'évolution du débit de l'acide acétique ?

- il augmente
- il diminue
- il reste constant

2.2 Les boucles de régulation étant en fonctionnement (boucles simples fermées et régulateur FC2 en mode consigne externe), dans le cas d'une diminution du débit de gaz riche, déterminer l'évolution (+, - ou =) des grandeurs suivantes, après la période transitoire.

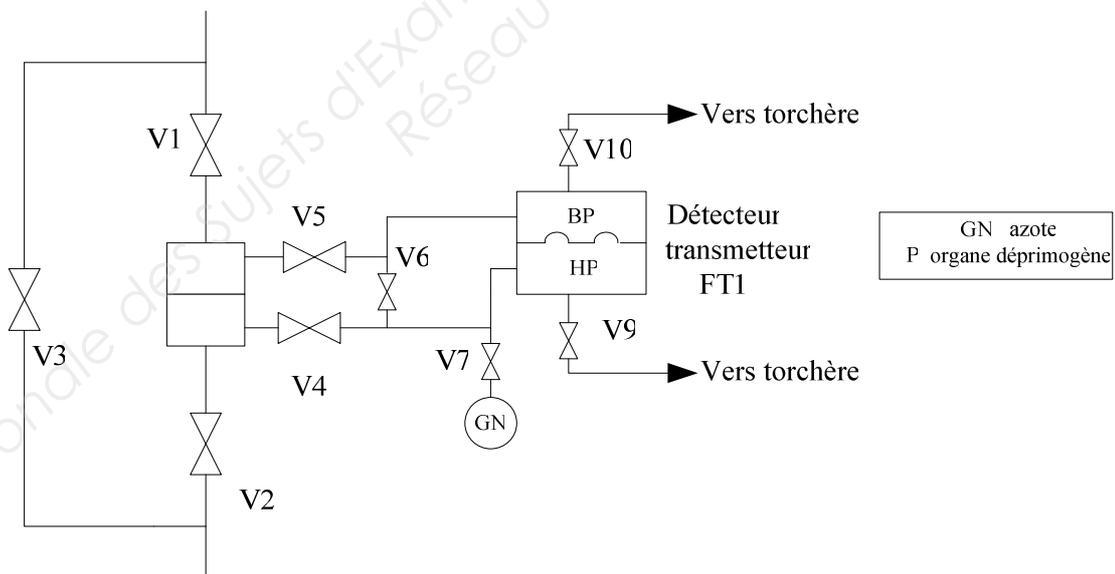
LT1		FI2	
FT2		FI4	
FI1		TT1	
FT3		K	

2.3 Dans le cas d'un dysfonctionnement, il reste de l'acétate de vinyle dans le gaz pauvre. Décrire une intervention possible pour faire diminuer le titre en acétate de vinyle dans le gaz pauvre. Décrivez votre réponse.

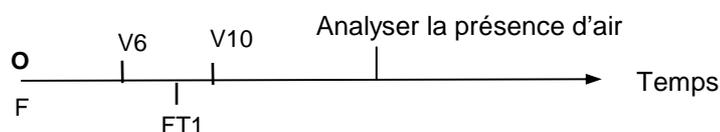
2.4 Dans le cas de dysfonctionnement de la **question 2.1 page 4/14**, il faut ré-étalonner FT1. Pour cela, l'opérateur doit, dans un premier temps, isoler le transmetteur FT1 du régulateur FC2.

2.4.1 Décrire la procédure sur le régulateur FC2 pour l'isoler du transmetteur FT1 sans modification du débit d'acide acétique.

Dans un deuxième temps, l'opérateur doit purger le détecteur transmetteur FT1. La manoeuvre de purge doit être conduite de telle façon que la différence de pression entre le compartiment HP et BP ne dépasse pas l'étendue d'échelle, sinon la membrane de séparation des deux compartiments risque d'être détériorée.



Exemple de vecteur de conduite :



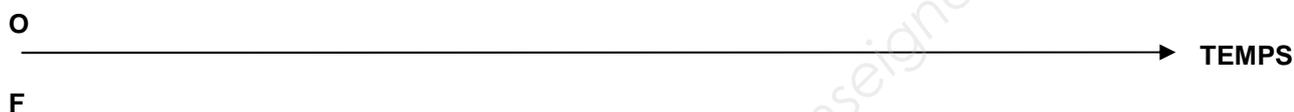
Ce vecteur veut dire : ouvrir la vanne V6, puis fermer l'alimentation en air instrument de FT1 et ensuite ouvrir la vanne V10. Analyser ensuite la présence d'air.

2.4.2 En vous aidant de l'annexe II du dossier ressources (page 6/9), compléter les 3 vecteurs de conduites suivants.

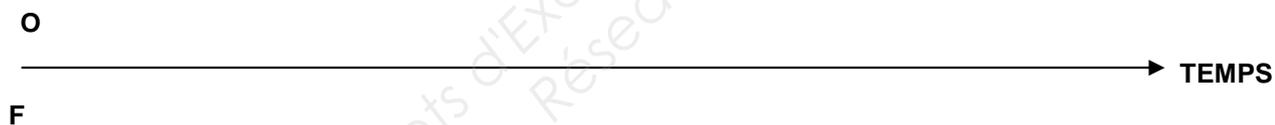
- Isoler le détecteur transmetteur de l'organe déprimogène.



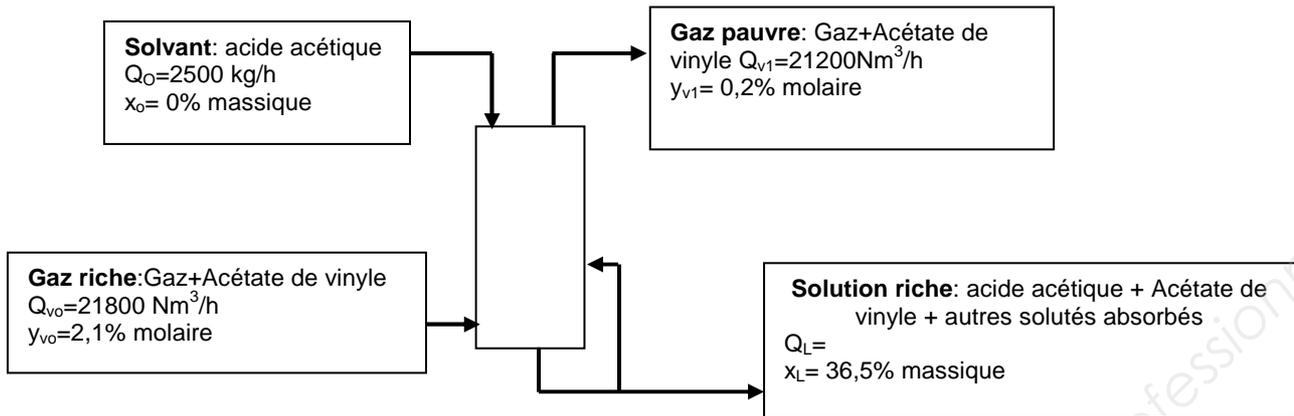
- Purger le compartiment HP (haute pression) afin d'éliminer le mélange gazeux explosif.



- Purger le compartiment BP (basse pression) afin d'éliminer le mélange gazeux explosif.



3. BILAN SUR LA COLONNE D'ABSORPTION (4,5 points)



En fonction des débits et titres en acétate de vinyle, des flux indiqués sur le schéma de la colonne d'absorption, effectuer les calculs suivants.

3.1 Déterminer le débit molaire d'acétate de vinyle Q_{n1} dans le gaz riche.

Nota :

- *titre molaire = titre volumique*
- *1 mole occupe 22,4 L dans les conditions normales.*

3.2 Déterminer le débit massique d'acétate de vinyle Q_{m1} dans le gaz riche.

Nota :

- *acétate de vinyle : $M_a = 86$ g/mol*

3.3 Le débit massique sortant d'acétate de vinyle dans le gaz pauvre est de 162 kg/h. Déterminer le débit massique d'acétate de vinyle absorbé Q_a .



3.4 En déduire de débit de solution riche Q_L .



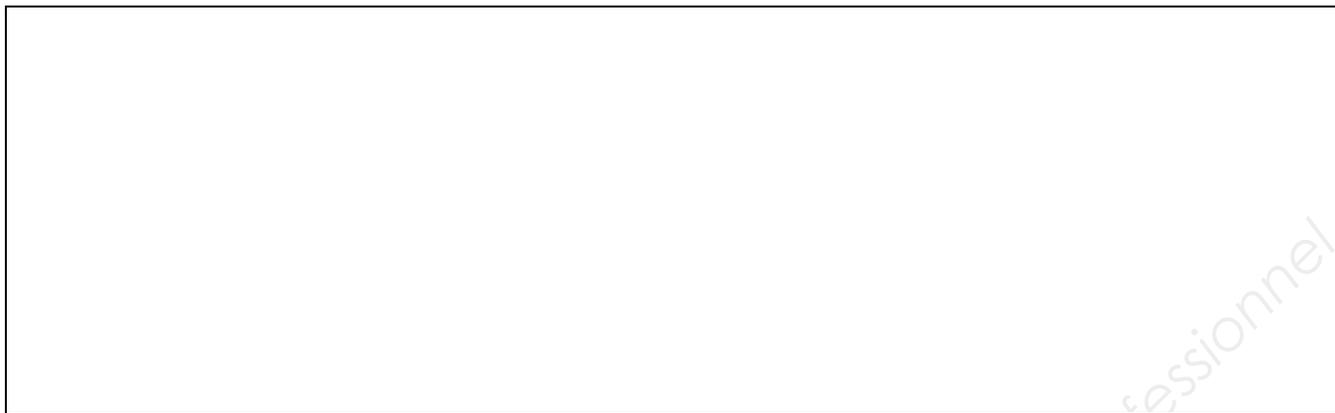
4. BILAN MOLAIRE SUR LE RÉACTEUR A1 (4,5 points)

Voir l'annexe III du dossier ressources (page 7/9).

4.1 Calculer le débit molaire Q_E d'éthylène.



4.2 Calculer le rendement R_1 en acétate de vinyle.



4.3 Déterminer le débit molaire d'éthylène Q_{R1} transformé en acétate de vinyle.



4.4 Déterminer le débit molaire d'acétate de vinyle Q_f synthétisé dans le réacteur A1.
Commenter le résultat.



5. BILAN THERMIQUE SUR LE RÉACTEUR (10 points)

Voir l'annexe IV du dossier ressources (page 8/9). Les questions sont indépendantes sauf les questions 5.2 et 5.6.

- 5.1 Calculer le flux de chaleur Φ_{R1} dégagé par la réaction principale (obtention de l'acétate de vinyle), sachant que le débit molaire d'éthylène transformé dans la réaction 1 est : $Q_{R1} = 29$ kmol/h.

- 5.2 Calculer le flux de chaleur Φ_T dégagé dans le réacteur sachant que le flux de chaleur dégagé par la réaction parasite $\Phi_{R2} = -4,12$ MW.

- 5.3 Calculer le flux de chaleur Φ_E absorbé par l'élévation de température du gaz réactionnel dans A1.

- 5.4 En faisant le bilan thermique, calculer le flux de chaleur Φ_M servant à chauffer le fluide caloporteur (mobiltherm).

Données :

- flux de chaleur dégagé dans le réacteur $\Phi_T = -5,55$ MW,
- flux de chaleur récupéré par les effluents gazeux $\Phi_E = 0,22$ MW,
- équation du bilan thermique : $\Phi_T + \Phi_E + \Phi_M = 0$.

5.5 Calculer le flux de chaleur Φ_C reçu par le fluide caloporteur (mobiltherm) en utilisant les données suivantes :

- rendement thermique : $R_{T1} = 80\%$,
- flux de chaleur servant à chauffer le fluide caloporteur est égal à $\Phi_M = 5,8$ MW (valeur différente de la question **5.4**).

5.6 Calculer le débit de fluide caloporteur Q_M (mobiltherm) en utilisant les données suivantes :

- capacité calorifique du fluide caloporteur : $\overline{Cp}_M = 2,34$ kJ kg⁻¹ °C⁻¹.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

6. ÉVOLUTION DES GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES DU RÉACTEUR A1 ET RISQUES (6 points : 1 pt par ligne)

Le point de fonctionnement normal (première ligne) est affiché en **annexe IV (page 8/9)**.

La réaction est totale et exothermique. Les vitesses de réaction augmentent quand la concentration molaire des différents réactifs augmente. Les vitesses de réaction augmentent aussi si la température augmente.

Compléter le tableau ci-dessous :

- l'évolution de **Tr** (température du réacteur), **X** (taux de conversion) et le débit de vapeur d'eau formée **Q_v** par :
- : diminution, = : constant ou + : augmentation,
- les risques par « **oui** » ou « **non** ».

RÉACTIFS ENTRANT DANS A1					MOBILTHERM		CONSÉQUENCE					
T _o	Débit Kmo/h	CH ₂ =CH ₂ % molaire	O ₂ % molaire	Activité catalyseur	T _{MO}	Débit t/h	T _R	X %	Q _v t/h	Risque d'emballement thermique (destruction du réacteur)	Risque d'explosion (incendie)	Risque de condensation des vapeurs dans le réacteur A1 Désactivation du catalyseur
150°C	1239	58,3 %	7%	100%	80°C	9,4 t/h	160°C	5,5%	3 t/h	Non	Non	Non
120°C	=	=	=	=	=	=	-			Non	Non	
200°C	=	=	=	=	=	=	+		+		Non	
=	=	=	12%	=	=	=	+		+			Non
=	=	=	=	=	40°C	=				Non	Non	Oui
=	=	=	=	=	=	6 t/h	+	-	-			
=	=	70%	=	=	=	=				Oui	Non	Non

7. ALIMENTATION DE LA COLONNE DE RECTIFICATION D2 (9 points)

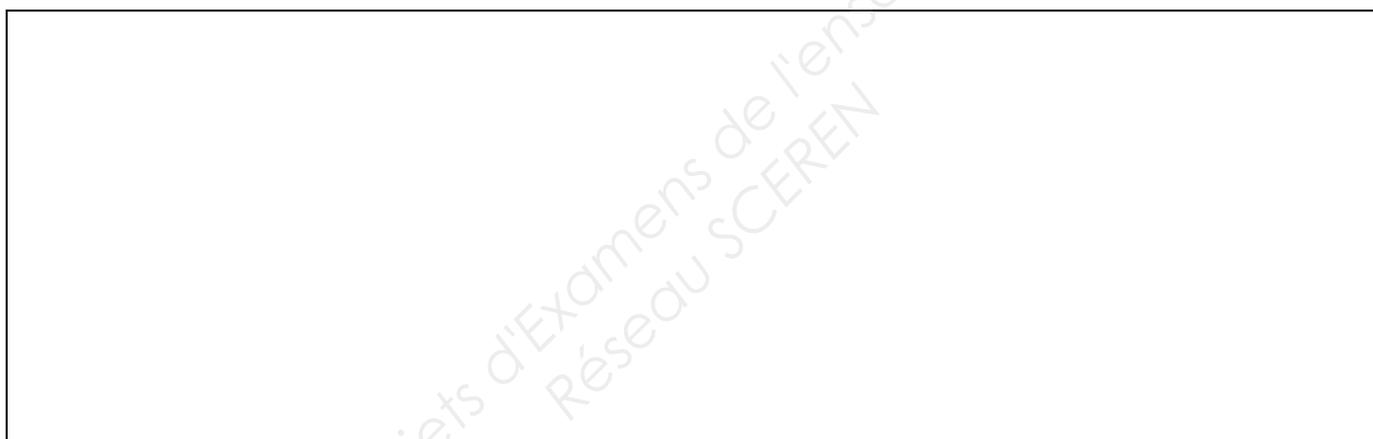
Consulter l'annexe V du dossier ressources (page 9/9) pour les données. Les questions sont indépendantes sauf la question 7.5.

7.1 Calcul de HMT (5 points)

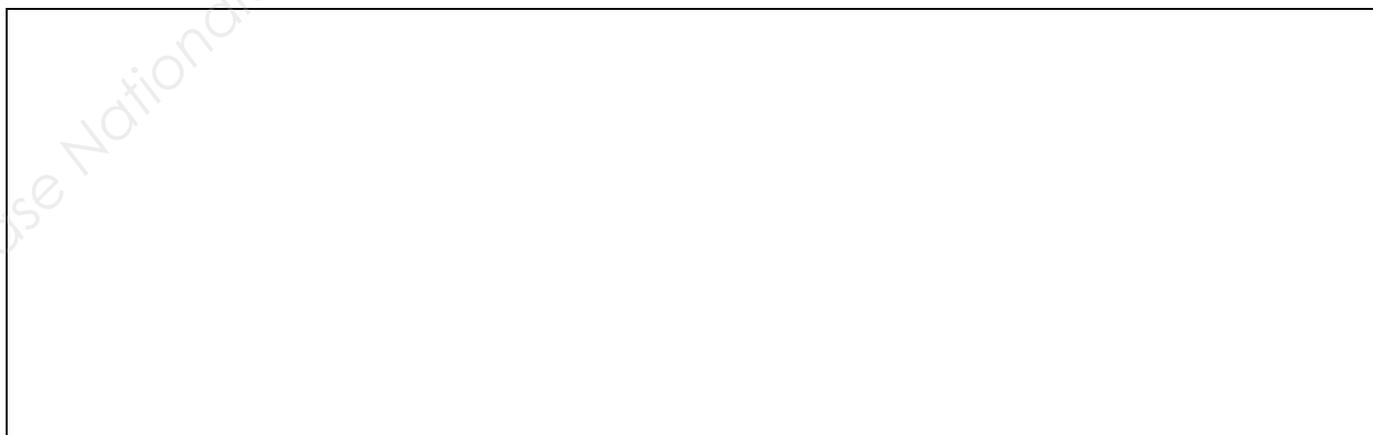
7.1.1 Calculer la vitesse de la solution dans la canalisation.



7.1.2 Calculer les pertes de charge totales J_T du circuit sachant que la vitesse dans le tuyau est $V = 1,57$ m/s.



7.1.3 Calculer la hauteur manométrique totale de la pompe centrifuge installée, sachant que les pertes de charge totales sont égales à $J_T = 4,1$ m.



7.2 Calcul de N.P.S.H (4 points)

7.2.1 Calculer la pression à l'aspiration P_E de la pompe, sachant que les pertes de charge à l'aspiration sont égales à $J_A = 0,62$ m.



7.2.2 Calculer le NPSH disponible.



7.2.3 Le débit pompé Q_v étant de $9 \text{ m}^3/\text{h}$, déterminez le NPSH requis. La pompe cavite t-elle ?

