



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

### DOSSIER RESSOURCES

*Le dossier se compose de 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.  
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.*

| <b>DOSSIER RESSOURCES</b>                                    |  |                 |
|--|--|-----------------|
| <b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL<br/>INDUSTRIES DE PROCÉDÉS</b> | <b>E2</b> : Épreuve technologique<br><b>Sous-épreuve A2 : Étude et conduite des<br/>opérations unitaires</b> |                 |
|  | Session : <b>2012</b>  | Coef : <b>3</b> |
| Repère : 1206-IPT21  | Ce dossier comporte <b>9 pages</b>   | Page <b>1/9</b> |

## TABLE DES MATIÈRES

|  |          |
|--|----------|
| * Description de procédé   | Page 3/9 |
| * Schéma de procédé  | Page 4/9 |
| * Annexe I - Colonne d'absorption de l'acétate de vinyle.                              | Page 5/9 |
| * Annexe II - Isolement du détecteur transmetteur                                      | Page 6/9 |
| * Annexe III - Bilan molaire sur le réacteur A1  | Page 7/9 |
| * Annexe IV - Bilan thermique sur le réacteur A1 (Schéma de procédé)                   | Page 8/9 |
| * Annexe V - Caractéristiques de la pompe et du réseau d'alimentation de la colonne D2 | Page 9/9 |

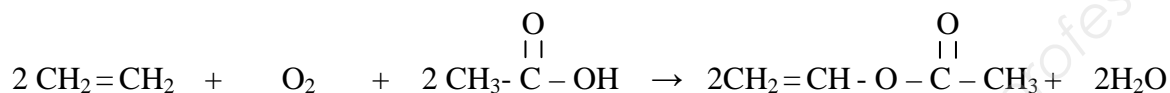
# FABRICATION DE L'ACÉTATE DE VINYLE

## DESCRIPTION DU PROCÉDÉ

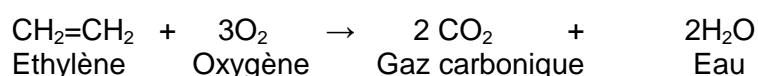
### Utilisation

Fabrication de polymères utilisés dans la production d'adhésifs, de peintures, d'emballages alimentaires

### Réaction d'obtention de l'acétate de vinyle :



Réaction parasite :

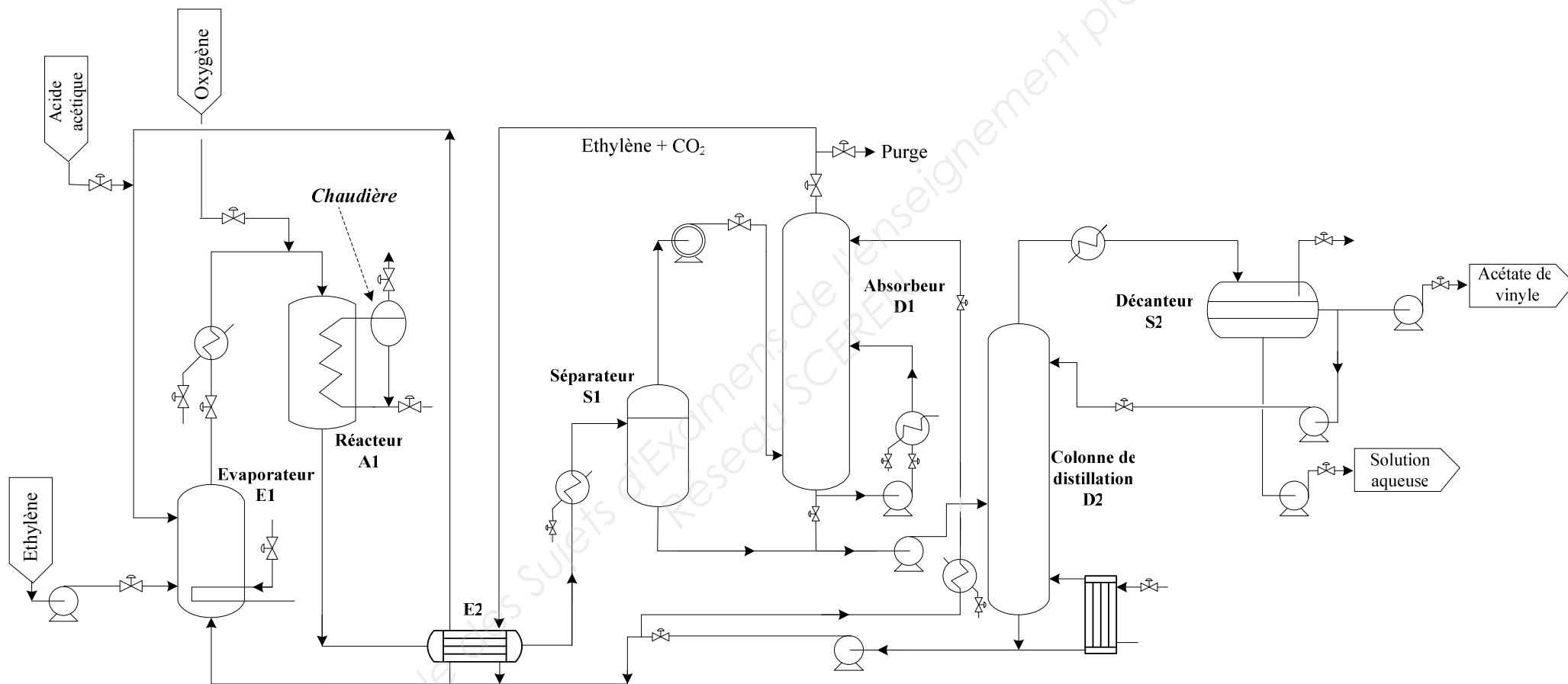


### Description du procédé

Le mélange (l'acide acétique frais et de recyclage ainsi que l'éthylène) est vaporisé et préchauffé à 150°C sous une pression de 9 bar dans l'évaporateur (E1). Il est ensuite mélangé avec l'oxygène avant d'être introduit dans le réacteur (A1). La réaction est exothermique. L'effluent gazeux issu de la réaction (160°C et sous une pression de 6 bar), contenant l'acétate de vinyle, la vapeur d'eau, le gaz carbonique, l'acide acétique et l'éthylène non transformés, est refroidi par l'éthylène de recyclage à 130°C dans un économiseur (échangeur (E2) multitubulaire). L'acide acétique n'ayant pas réagi et une partie de l'acétate de vinyle sont partiellement condensés (80°C et sous une pression de 6 bar) et séparés de l'effluent gazeux dans (S1). L'effluent gazeux est comprimé à 9 bar et est envoyé dans une colonne (D1) d'absorption à l'acide acétique.

La solution aqueuse d'acide acétique et d'acétate de vinyle récupérée en pied de colonne d'absorption (D1) est purifiée par rectification dans la colonne (D2). L'acide acétique récupéré en pied de colonne (D2) est recyclé dans le procédé. En tête de colonne (D2), l'hétéroazéotrope eau-acétate de vinyle est envoyé dans un décanteur (S2). La phase organique subit une série d'opérations unitaires (non représentées sur le schéma) pour obtenir de l'acétate de vinyle pur. La phase aqueuse est soutirée en vue d'être retraitée. Les gaz résiduels (éthylène, gaz carbonique et de l'oxygène) en tête de colonne d'absorption (D1) sont recyclés dans le procédé.

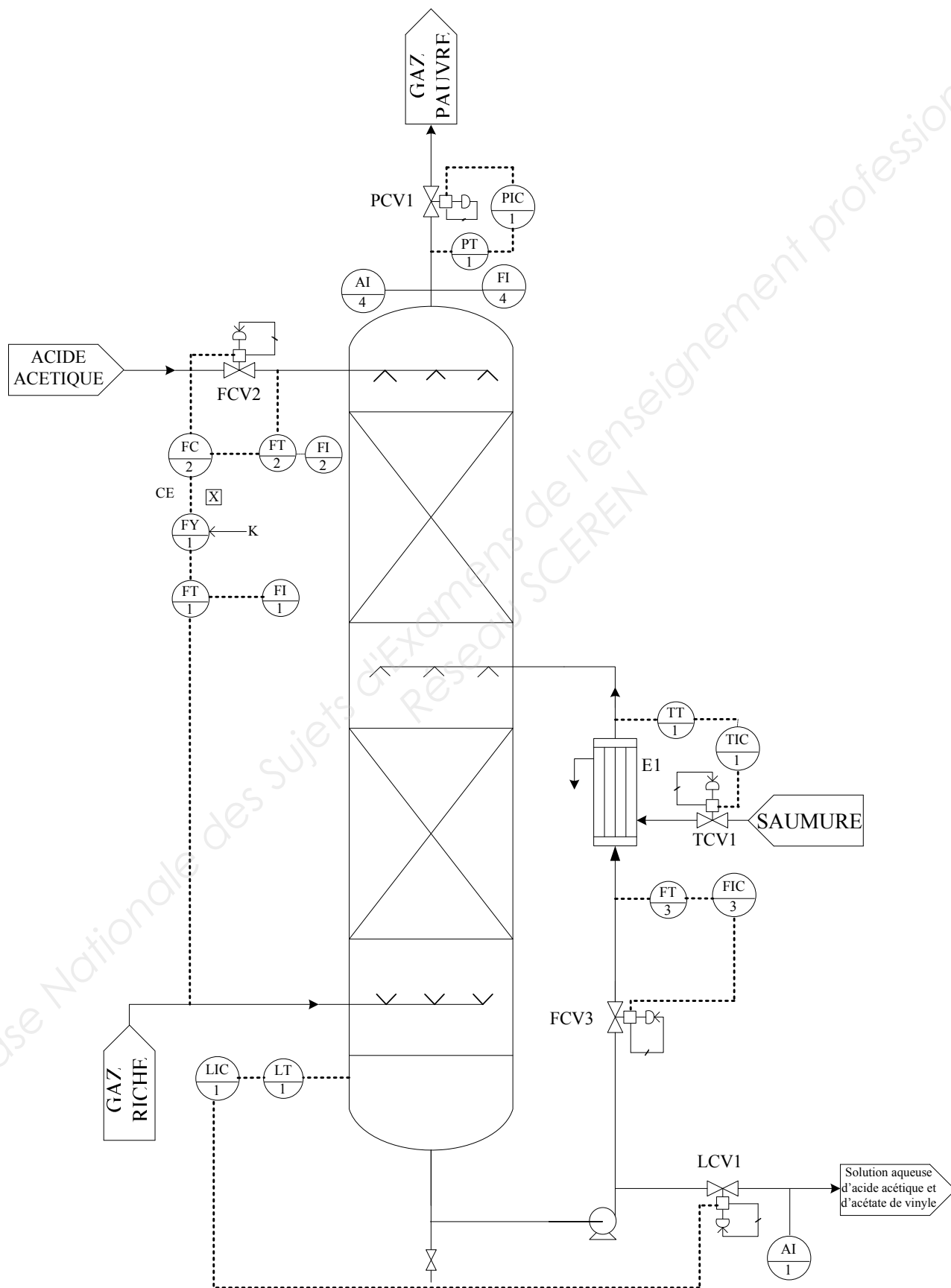
## FABRICATION DE L'ACETATE DE VINYLE



# ANNEXE I

## COLONNE D'ABSORPTION DE L'ACÉTATE DE VINYLE

### Schéma de l'absorption

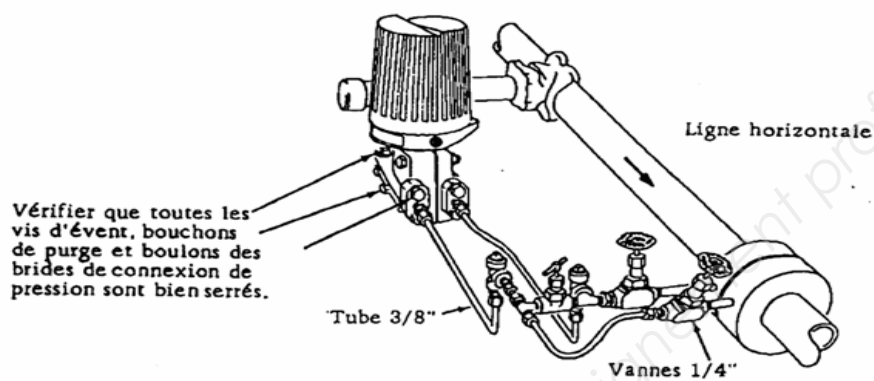


## ANNEXE II

### ISOLEMENT DU DETECTEUR TRANSMETTEUR

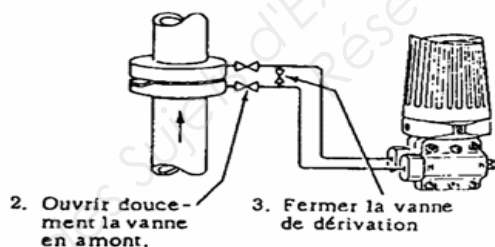
#### CONNEXION POUR MESURE DE DEBIT

La figure représente une installation caractéristique pour mesure de débit



#### MISE EN SERVICE DU TRANSMETTEUR

1. Fermer les deux vannes de raccordement, puis ouvrir la vanne de dérivation.



Pour isoler le transmetteur, couper l'alimentation et fermer la vanne en aval, puis la vanne en amont. Puis ouvrir la vanne de dérivation.

### ANNEXE III

#### BILAN MOLAIRE SUR LE RÉACTEUR A1

#### Données

| Réaction                   | Équation chimique  |
|----------------------------|--|
| <b>Réaction principale</b> | $2 \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 + 2 \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \rightarrow 2 \text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Ethylène      Oxygène      Acide acétique      Acétate de vinyle      Eau</p> |
| <b>Réaction parasite</b>   | $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Ethylène      Oxygène      Gaz carbonique      Eau</p>  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Taux de conversion par rapport à CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub></b> | X = 5,5%  |
| <b>Taux de sélectivité</b>  | σ = 73,3% |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
|   | <b>Débit molaire</b>            |
| <b>Réactifs entrant dans le réacteur</b>      | Q = 1239 kmol/h                 |
| <b>Titre en CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub></b> | x <sub>E</sub> = 58,3 % molaire |

Nombre de mole d'éthylène transformé en acétate de vinyle et en gaz carbonique

Taux de conversion =  $\frac{\text{Nombre de mole d'éthylène transformé en acétate de vinyle et en gaz carbonique}}{\text{Nombre de mole d'éthylène mise en oeuvre}}$

Nombre de mole d'éthylène transformé en acétate de vinyle

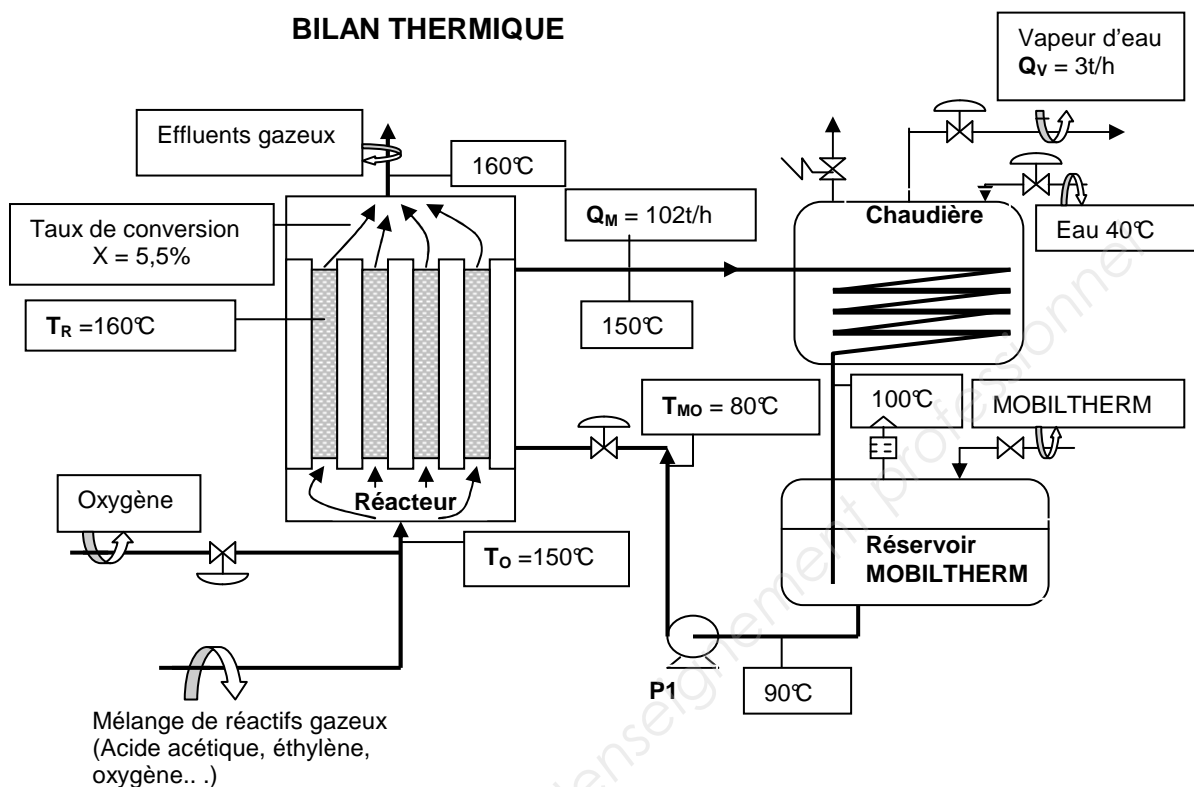
Sélectivité =  $\frac{\text{Nombre de mole d'éthylène transformé en acétate de vinyle}}{\text{Nombre de mole d'éthylène transformé en acétate de vinyle et en gaz carbonique}}$

Rendement = Taux de conversion × Sélectivité =  $\frac{\text{Nombre de mole d'éthylène transformé en acétate de vinyle}}{\text{Nombre de mole d'éthylène mise en oeuvre}}$



## ANNEXE IV

### BILAN THERMIQUE



#### Données

| Réaction                   | Équation chimique  | Enthalpie de réaction                  |
|----------------------------|--|--|
| <b>Réaction principale</b> | $2 \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 + 2 \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{OH} \rightarrow 2 \text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Ethylène    Oxygène    Acide acétique    Acétate de vinyle    Eau</p> | $\Delta H_{R1} = -178 \text{ kJ/mol}$  |
| <b>Réaction parasite</b>   | $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Ethylène    Oxygène    Gaz carbonique    Eau</p>  | $\Delta H_{R2} = -1409 \text{ kJ/mol}$ |

|   | Débit molaire                   | Débit massique |
|---|---------------------------------|----------------|
| <b>Réactifs gazeux entrant dans le réacteur</b>   | Q = 1239 kmol/h                 | 40t/h          |
| <b>Titre en CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub></b>   | x <sub>E</sub> = 58,3 % molaire | 50,6% massique |
| <b>Capacité calorifique moyenne du mélange réactionnel (réactifs et effluents gazeux)</b> | C = 2 kJ/kg/°C                  |                |
| <b>1J/s = 1W et 1 MW = 10<sup>6</sup> W</b>   |                                 |                |

#### Caractéristiques principales du mélange réactionnel

| Nom                           | Ethylène | Ethane | Gaz carbonique | Acide acétique | Oxygène | eau  |
|-------------------------------|----------|--------|----------------|----------------|---------|------|
| <b>% molaire des réactifs</b> | 58,3%    | 22,1%  | 0,7%           | 11%            | 7%      | 0,9% |

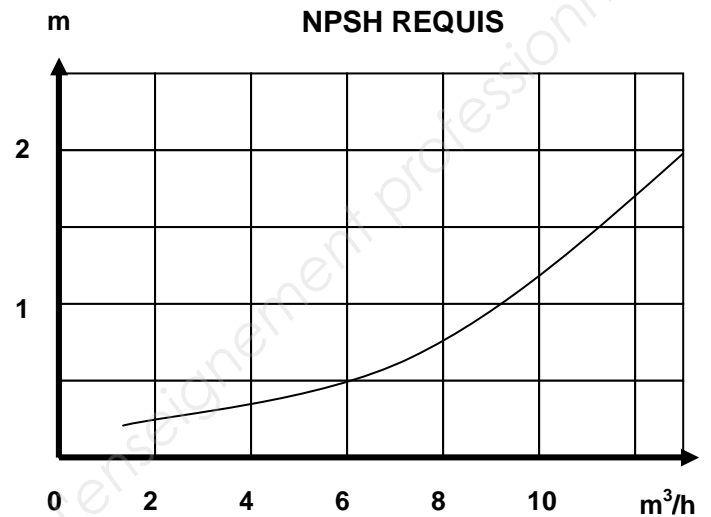
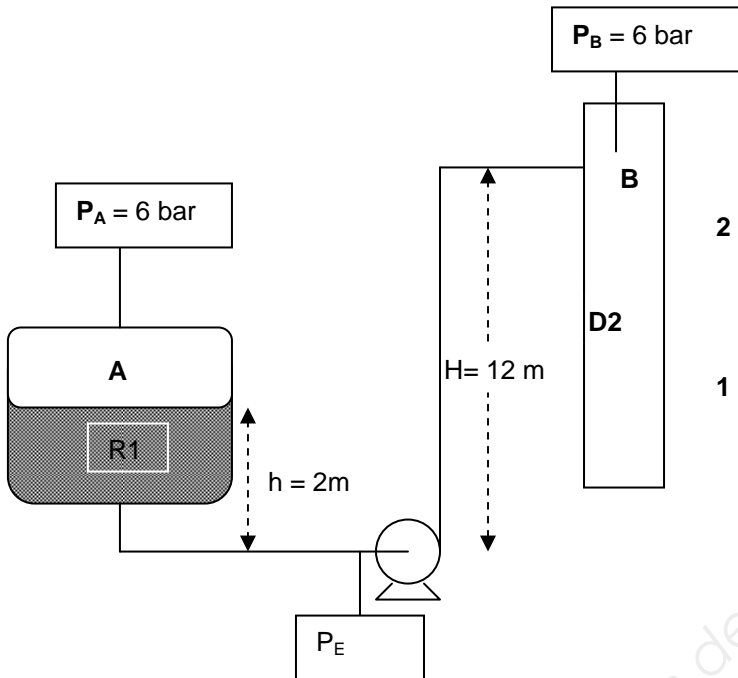
L'éthylène utilisé contient de l'éthane comme impureté. L'eau et le gaz carbonique proviennent respectivement de l'acide acétique et de l'éthylène recyclés.

| Nom  | Mélange réactionnel |
|--|---------------------|
| <b>LIE</b> (% molaire du mélange réactionnel dans l'oxygène) | 3,3                 |
| <b>LSE</b> (% molaire du mélange réactionnel dans l'oxygène) | 92                  |
| <b>Température de condensation à 6 bar</b>                   | 130°C               |

## ANNEXE V

### POMPE D'ALIMENTATION DE LA COLONNE D2

La solution à 40°C, contenue dans un réservoir séparateur R1 de grande section sous une pression absolue de 6 bar, est reprise par une pompe centrifuge placée en charge.



#### Données

- Débit :  $Q_v = 9 \text{ m}^3/\text{h}$
- Masse volumique de la solution à 40°C :  $\rho = 939 \text{ kg/m}^3$
- Pression de vapeur de la solution à 40°C :  $T_v = 17000 \text{ Pa}$
- Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- Hauteur de charge :  $h = 2 \text{ m}$
- Hauteur de refoulement :  $H = 12 \text{ m}$
- Pression dans le réservoir R1 et la colonne D2 :  
 $P_A = P_B = 6 \text{ bar}$
- Diamètre intérieur de la canalisation :  $D_i = 45 \text{ mm}$
- Coefficient de friction :  $\lambda = 0,025$
- Longueur des tuyaux :
  - aspiration  $L_A = 5 \text{ m}$
  - refoulement  $L_R = 20 \text{ m}$
- Longueur équivalente des pertes de charge singulières :
  - aspiration  $L_{EA} = 4 \text{ m}$
  - refoulement  $L_{ER} = 30 \text{ m}$

#### FORMULES DE CALCUL Unités Système International

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad v = Q_v / S$$

$$J = \frac{\lambda \times (L + L_E) \times v^2}{2 \times D_i \times g}$$

$$P_E = P_A + (h - J_{T1}) \times \rho \times g$$

$$\text{NPSH disponible} = \frac{P_E - T_v}{\rho \times g}$$

$$H_{MT} = \frac{P_B - P_A}{\rho \times g} + Z_B - Z_A + J_T + \frac{(v_B^2 - v_A^2)}{2 \times g}$$

$v_A$  négligeable devant  $v_B$