

Visa du correcteur :	BEP Industries chimiques et traitement des eaux
	Dominante : Industries chimiques
Note ..... / 20	Epreuve : EP3..... Durée : .....3 H.....
	Session : 2002..... Coef. : .....4.....

**BREVET D'ETUDES PROFESSIONNELLES**

**INDUSTRIES CHIMIQUES  
ET TRAITEMENT DES EAUX  
Dominante Industries chimiques**

**EPREUVE : EP3 Analyse fonctionnelle et  
schématisation**

**DUREE EPREUVE : 3H                      COEFFICIENT : 4**

**DOSSIER TRAVAIL**

**Documents à rendre: dossier travail complet**

<b>GROUPEMENT INTER ACADEMIQUE II</b>		<b>SESSION 2002</b>		<b>Code</b>
Examen et spécialité <b>B.E.P. Industries Chimiques</b>				
Intitulé de l'épreuve <b>EP3 – Analyse fonctionnelle et schématisation</b>				
Dossier travail		Durée : <b>3 h</b>	Coefficient : <b>4</b>	Page 1 / 10

## TRAVAIL DEMANDE

### I Schématisation

1- Compléter le schéma page 4/10 en représentant les contrôles nécessaires à la conduite et à la sécurité. (15 points)

2- Régulation : compléter les boucles de régulation page 5/10. (15 points)

### II Etude technologique d'une opération unitaire

1- Compléter la nomenclature du filtre à tambour rotatif et identifier les phases de fonctionnement page 6/10. (12 points)

2- Effectuer le bilan matière sur l'opération de filtration page 7/10. (13 points)

3- Effectuer le calcul de descente barométrique pages 8/10 et 9/10. (10 points)  
Compléter le tableau d'évolution des paramètres page 9/10.

### III Bilan thermique

Effectuer le bilan thermique page 10/10. (15 points)

**TOTAL 80 points**

**1- Etude de la concentration de la liqueur noire.**

/ 15

La concentration de la liqueur noire est réalisée à l'aide d'une batterie d'évaporateurs à effets multiples ( 8 effets ).

Pour simplifier l'étude on considérera que la batterie ne comporte que 3 effets .

**Information sur le fonctionnement de la batterie d'évaporateurs :**

Chaque évaporateur fonctionne sous pression réduite  
(  $P$  = pression absolue ).

Pressions de fonctionnement :  $P_{EV1} > P_{EV2} > P_{EV3}$

Le vide est réalisé par l'intermédiaire d'une batterie d'éjecteurs à vapeur ( éjecteurs montés en série, 2 étages ).

Le chauffage du premier évaporateur est effectué par de la vapeur vive provenant du thermo-compresseur.

Chaque évaporateur suivant est chauffé par la vapeur d'eau ( solvant évaporé ) de l'évaporateur précédant.

La vapeur de solvant du dernier effet est en partie aspirée par la batterie d'éjecteurs et en partie par le thermo-compresseur.

La solution à concentrer circule en série dans les évaporateurs.

On alimente la solution sur le premier évaporateur ( EV1 ).

Les condensats seront évacués par pompe

**Travail demandé :**

Compléter le schéma ( Concentration de la liqueur noire - p 4/ 10 )  
en faisant apparaître avec trois couleurs différentes :

- le circuit vapeur (la vapeur est introduite à trois hauteurs différentes sur chaque évaporateur en raison de la dimension des évaporateurs).
- le circuit de la solution à concentrer
- le circuit des purges

**2- Régulation.**

/ 15

Contrôle de la colonne de lavage des fumées du four ( F20 ).

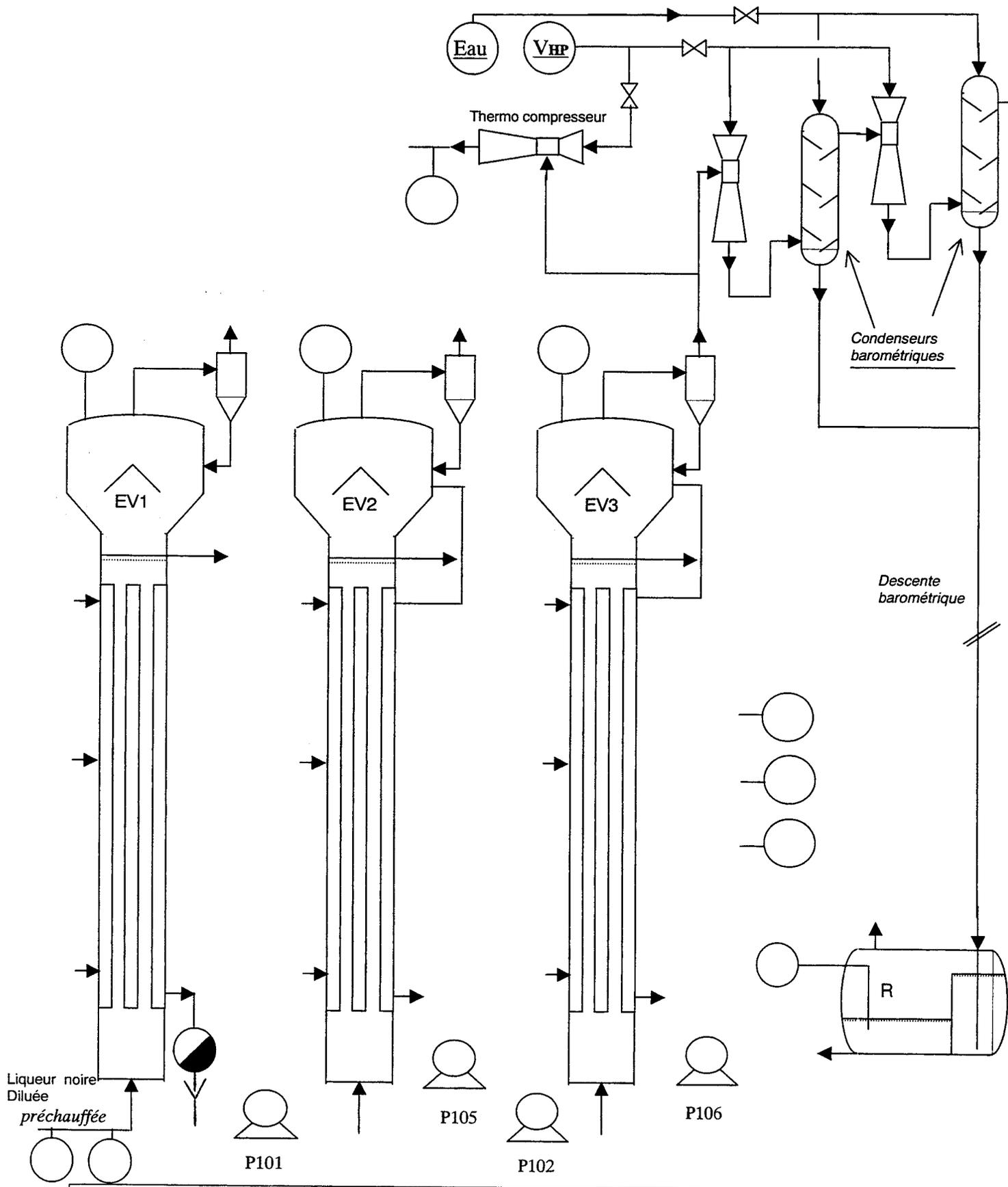
**Travail demandé :**

Sur le schéma, « Régulation de la colonne de lavage des fumées du four ( F20 ) p 5/10 », représenter les deux boucles de régulation :

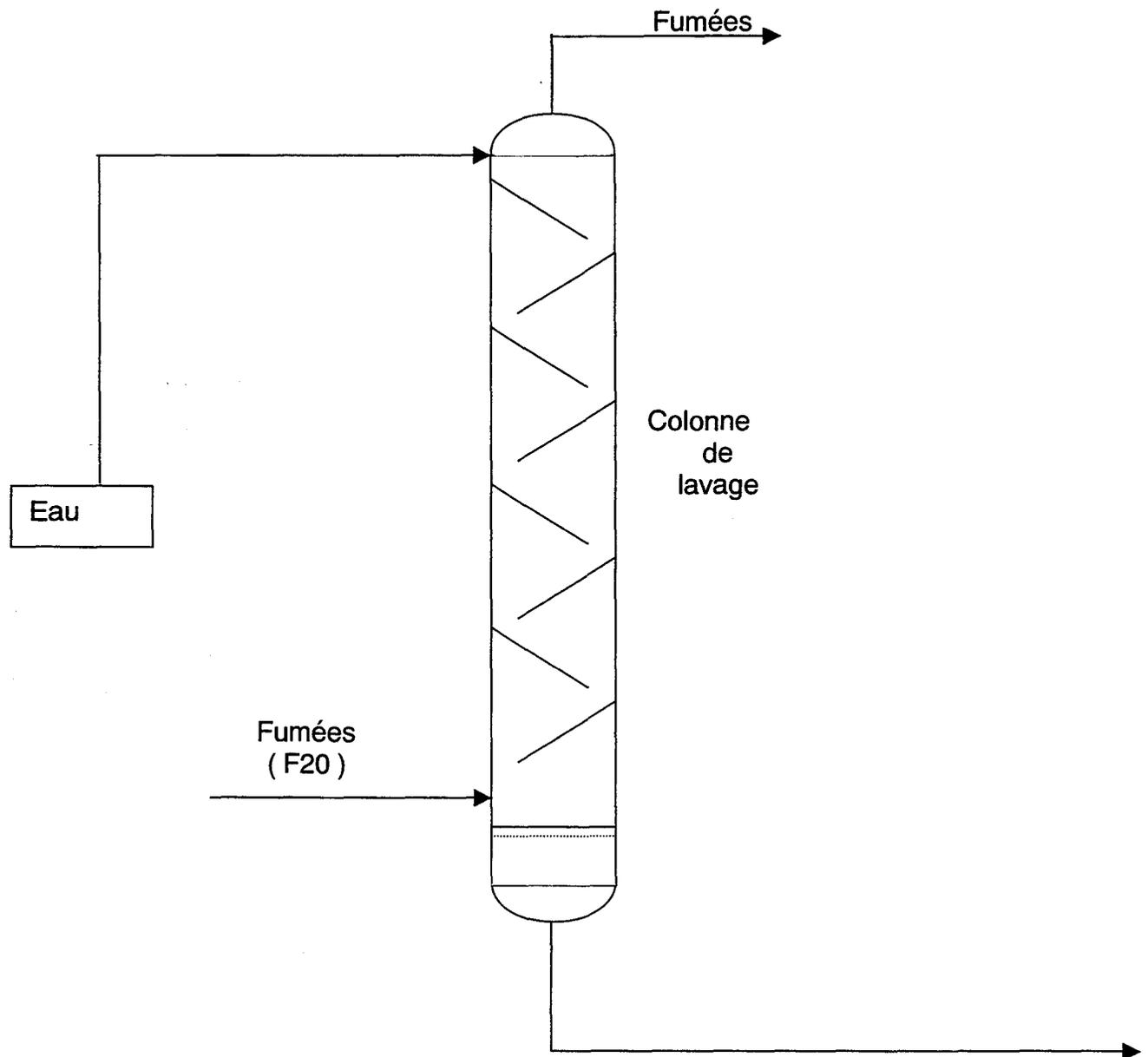
Grandeur réglée	Grandeur réglante
Niveau du bas de colonne	Débit de soutirage de liquide
Débit d'alimentation en eau de la colonne	Débit d'alimentation en eau de la colonne

Vous pouvez utiliser, si vous le souhaitez, les symboles d'instrumentation (dossier ressources, « symboles de régulation » page 3/3).

# CONCENTRATION : Batterie d'évaporateurs à effets multiples



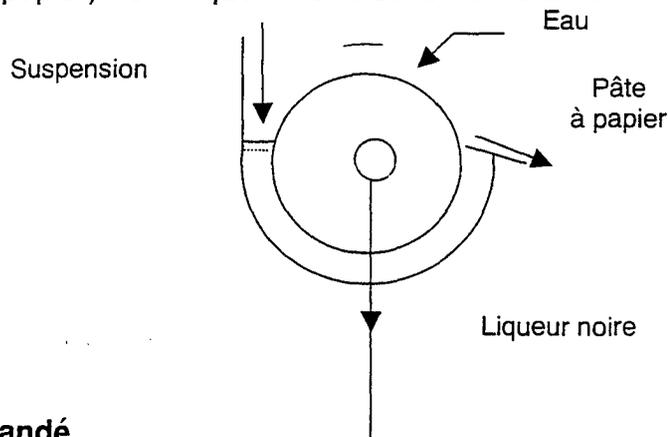
# REGULATION DE LA COLONNE DE LAVAGE DES FUMÉES DU FOUR ( F20 )



## II) Etude technologique d'une opération unitaire

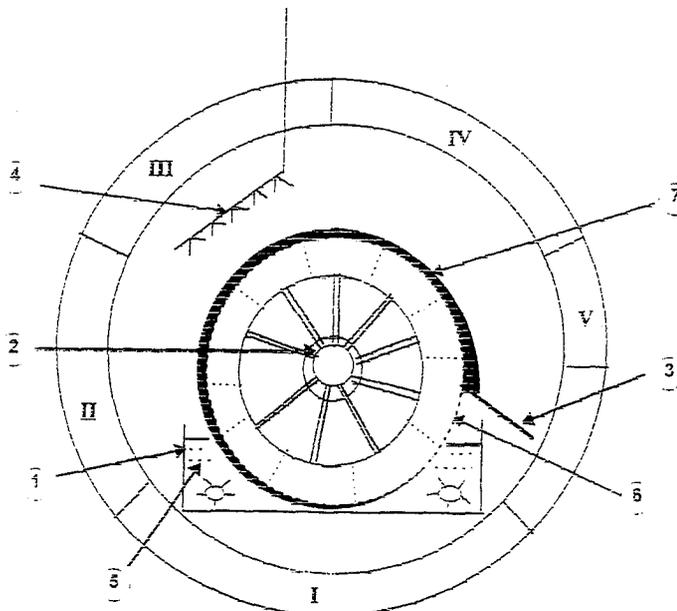
### 1) Filtre à tambour rotatif

Le mélange réactionnel provenant du réacteur A<sub>5</sub> est dirigé vers le filtre à tambour rotatif S<sub>7</sub> fonctionnant sous vide afin de séparer la pâte (qui sera stockée avant d'être utilisée pour fabriquer du papier) de la liqueur noire constituant le filtrat.



#### Travail demandé

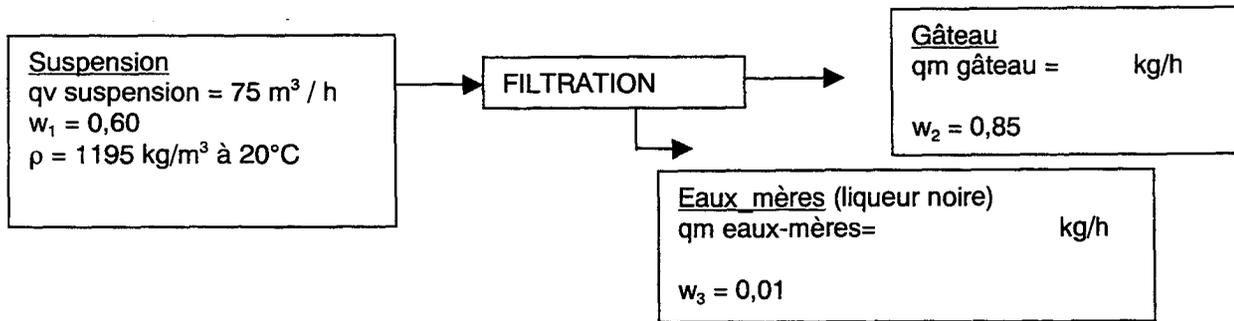
- On demande de compléter la nomenclature du filtre à tambour (de 1 à 7).
- On demande d'identifier les différentes phases (de I à V).
- On demande d'indiquer le sens de circulation du tambour



- ① \_\_\_\_\_
- ② \_\_\_\_\_
- ③ \_\_\_\_\_
- ④ \_\_\_\_\_
- ⑤ \_\_\_\_\_
- ⑥ \_\_\_\_\_
- ⑦ \_\_\_\_\_

Les différentes phases	
- I	
- II	
- III	
- IV	
- V	

## 2) Bilan matière sur l'opération de filtration



### Travail demandé

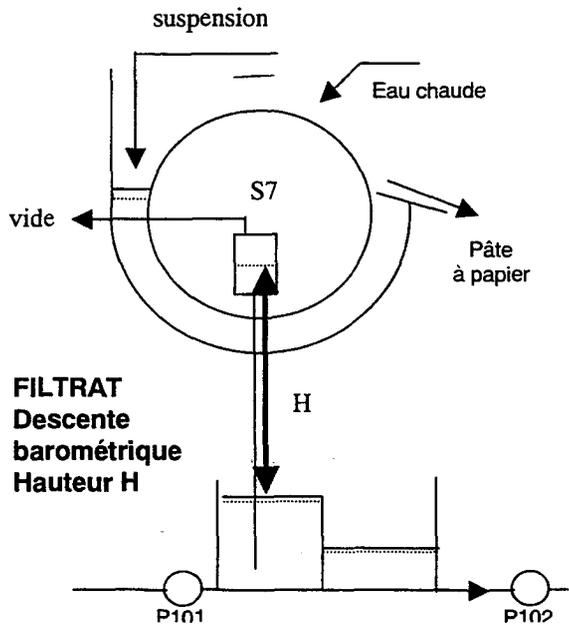
On considère que l'eau chaude de lavage n'intervient pas dans le bilan matière.

La fraction massique  $w$  est exprimée en masse de copeaux par rapport à la masse de solution.

- Déterminer le débit massique de la suspension  $q_m$  suspension en kg/h
- Déterminer le débit massique du filtrat  $q_m$  filtrat (liqueur noire) en kg/h
- Déterminer le débit massique du gâteau  $q_m$  gâteau (copeaux) en kg/h
- Compléter le schéma.

### 3) Etude d'une descente barométrique

La liqueur noire constituant le filtrat est soutirée en continu par descente barométrique



#### Informations concernant la descente barométrique :

Toutes les pressions sont des pressions absolues, elles seront exprimées en Pa.

- $P_r$  : Pression résiduaire dans le filtre à tambour  
 $P_r = 0,2 \text{ bar}$

- $P$  : vapeur saturante de la lessive noire  
 $P_{\text{vap.sat.}} = 17 \text{ mm Hg}$

- $\rho$  : masse volumique du filtrat ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\rho = 1195 \text{ kg/m}^3$

- $g$  : constante gravitationnelle  
 $g = 9,81 \text{ N / kg}$

- $H$  : hauteur

- $P_{\text{atm}}$  : Pression atmosphérique  
 $P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$

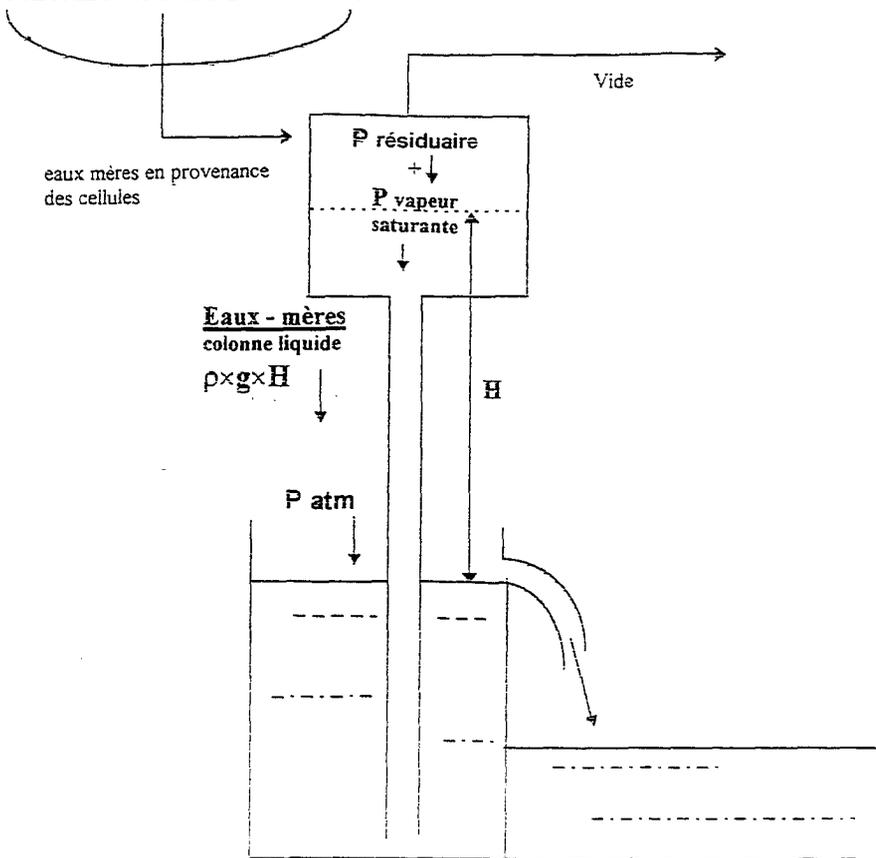
- Conversion  
 $1,013 \text{ bar} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$

**Formule de calcul :**  $P_r + P_{\text{vap.sat.}} + \rho \times g \times H = P_{\text{atm}}$  (Les pressions sont exprimées en Pa)

**Travail demandé**

1- Déterminer la hauteur H nécessaire pour soutirer le filtrat (on exprimera pour cela les pressions en Pascal).

**FILTRE A TAMBOUR ROTATIF**



2- Compléter le tableau d'évolution des paramètres avec les symboles suivants → ; ↘ ; ↗ :

Evolution de paramètres physico-chimiques	Evolution de la hauteur de garde H
↗ ρ (masse volumique des eaux-mères)	
↘ P résiduaire	
↗ P vapeur saturante	

Tous les autres paramètres restent constants.

### III) Bilan thermique

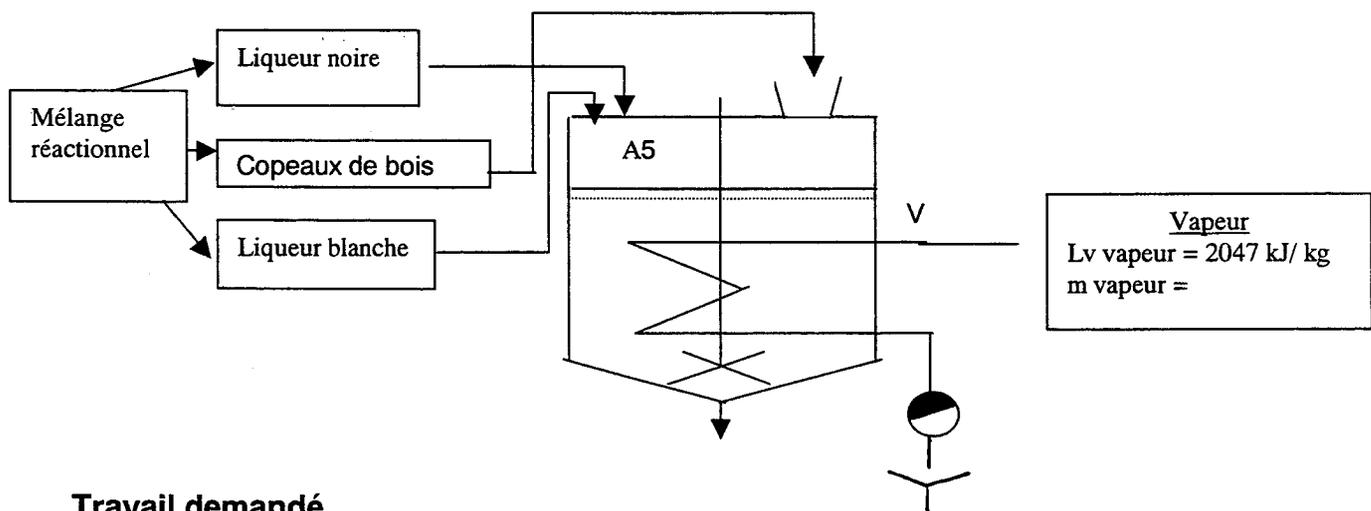
Le mélange réactionnel constitué des copeaux de bois et des deux réactifs (liqueur noire et blanche) est introduit dans le réacteur A<sub>5</sub> où a lieu la cuisson, c'est à dire la transformation des copeaux de bois en pâte à papier.

#### Informations concernant la réaction

La réaction s'effectue sous une pression de 8 bars (le réacteur est alimenté en vapeur)  
La température est de 170°C et la cuisson dure 90 minutes.

#### Mélange réactionnel

- capacité thermique massique :  $C_p \text{ mélange} = 3,7 \text{ kJ} / (\text{kg} \times ^\circ\text{C})$
- masse :  $m \text{ mélange} = 89625 \text{ kg}$



#### Travail demandé

- Calculer la masse de vapeur d'eau nécessaire à l'échauffement de 85625 kg de mélange réactionnel de 20°C à 170°C par circulation de vapeur d'eau.

Le rendement de l'échange thermique est de 85% et les condensats sont éliminés dès leur formation.