

BREVET D'ETUDES PROFESSIONNELLES

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

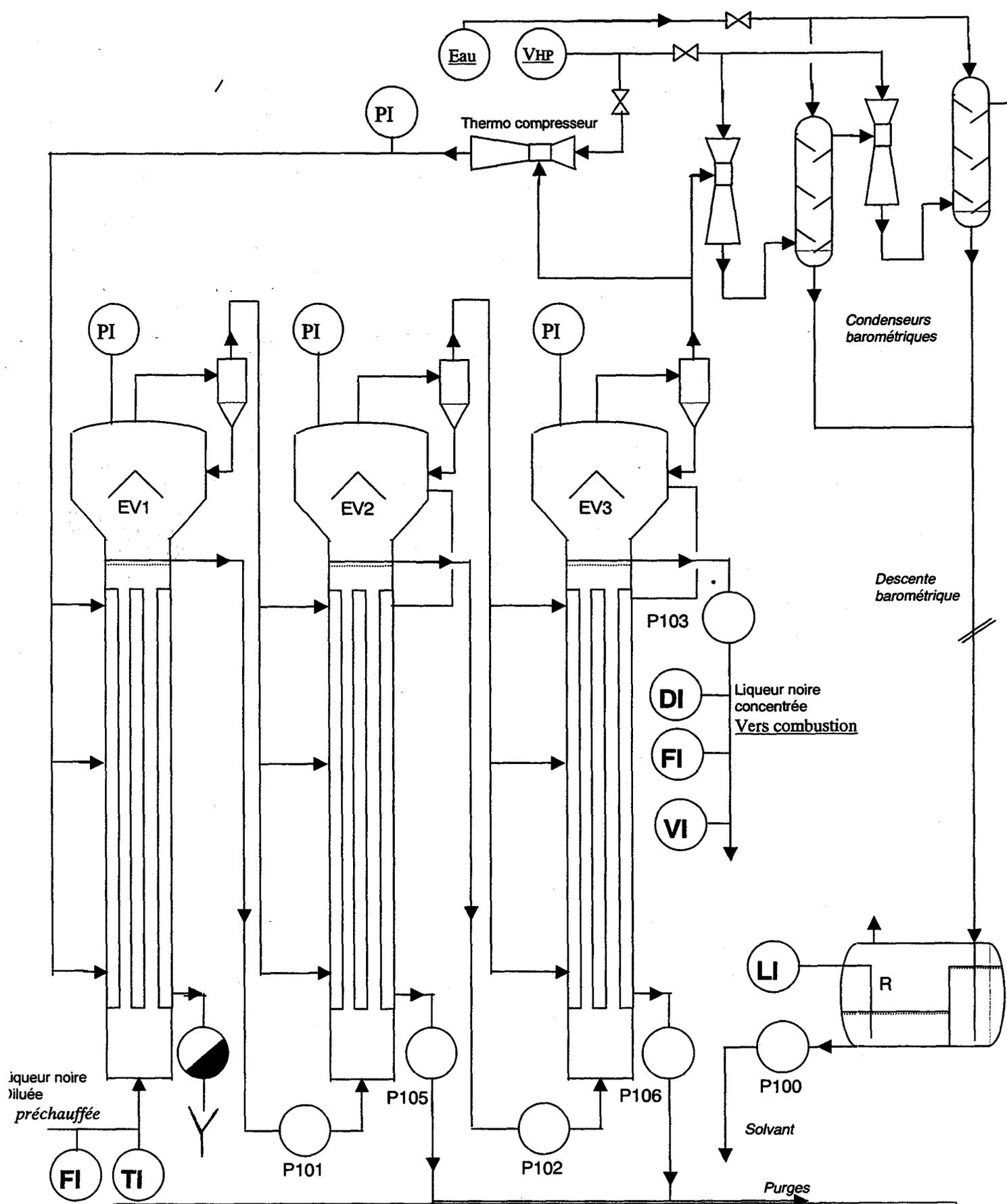
**EPREUVE : EP3 Analyse fonctionnelle et
schématisation**

DUREE EPREUVE : 3H

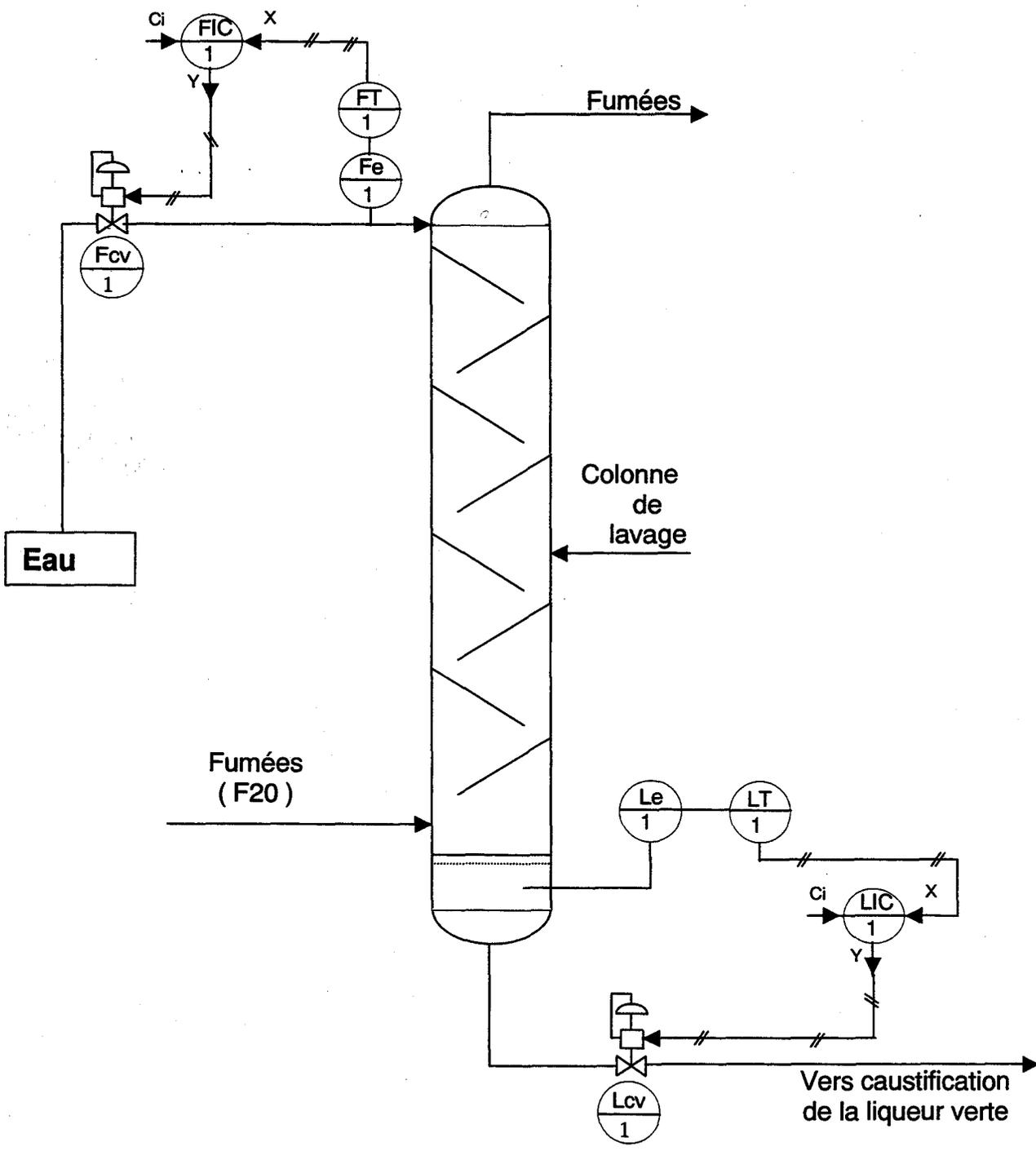
COEFFICIENT : 4

DOSSIER CORRIGE

CONCENTRATION : Batterie d'évaporateurs à effets multiples



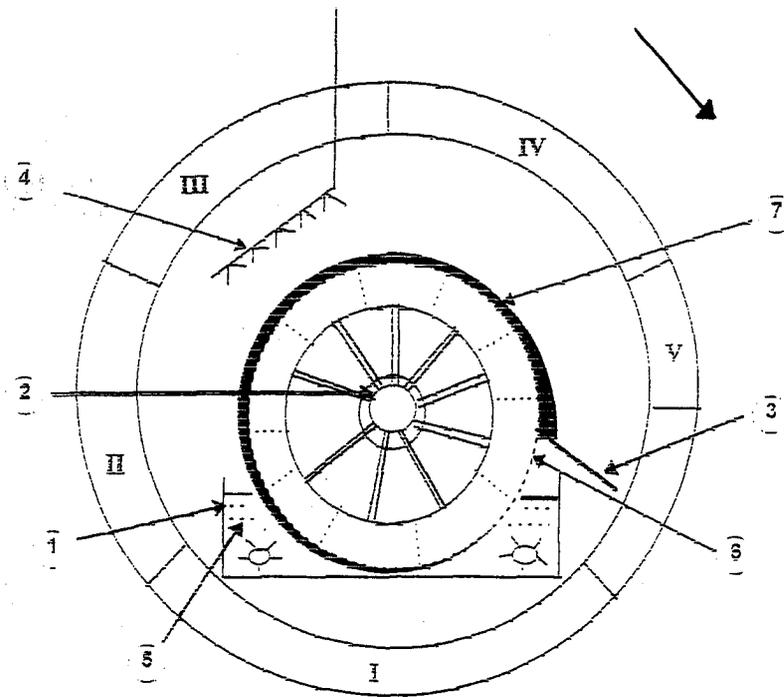
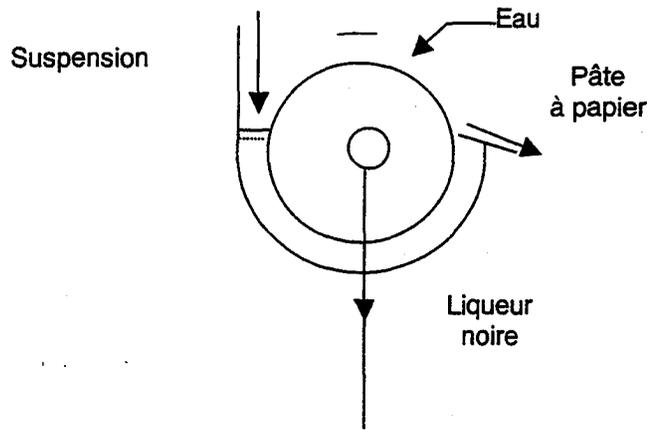
REGULATION



II) Etude technologique d'une opération unitaire

1) Filtre à tambour rotatif

Le mélange réactionnel provenant du réacteur A₅ est dirigé vers le filtre à tambour rotatif S₇ fonctionnant sous vide afin de séparer la pâte (qui sera stockée avant d'être utilisée pour fabriquer du papier) de la liqueur noire constituant les eaux-mères.

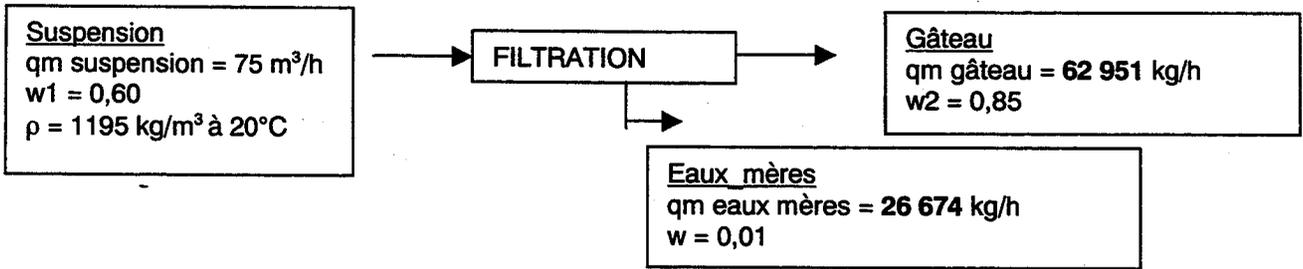


- ① cuvier
- ② tourillon - valve
- ③ racloir
- ④ rampe de lavage
- ⑤ prefilt
- ⑥ toile filtrante
- ⑦ gateau

Les différentes phases

- I Filtration
- II Essorage
- III Lavage
- IV Sechage
- V Soufflage (air comprimé)

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.

- Déterminer le débit massique de la suspension q_m suspension en kg/h.
- Déterminer le débit massique du filtrat q_m eaux-mères en kg/h.
- Déterminer le débit massique du gâteau q_m gâteau en kg/h.
- Compléter le schéma.

On est amené à résoudre un système de 2 équations à 2 inconnues

$$q_m \text{ suspension} = \rho \times q_v = 89\,625 \text{ kg/h}$$

$$\text{Bilan massique : } q_m \text{ suspension} = q_m \text{ gâteau} + q_m \text{ eaux mères}$$

$$\text{Bilan matière : } q_m \text{ suspension} \times w_1 = q_m \text{ gâteau} \times w_2 + q_m \text{ eaux mères} \times w_3$$

$$q_m \text{ eaux mères} \times (w_3 - w_2) = q_m \text{ suspension} \times (w_1 - w_2)$$

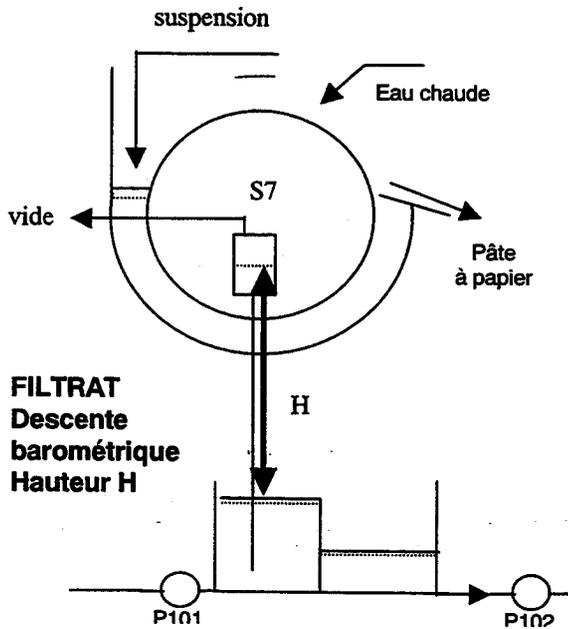
$$q_m \text{ eaux mères} = [q_m \text{ suspension} \times (w_1 - w_2)] / (w_3 - w_2)$$
$$= [89625 \times (0,6 - 0,85)] / (0,01 - 0,85)$$

$$q_m \text{ eaux mères} = 26\,674 \text{ kg / h}$$

$$q_m \text{ gâteau} = 89625 - 26674 = 62\,951 \text{ kg / h}$$

3) Etude d'une descente barométrique

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



Informations concernant la descente barométrique

P_r : Pression résiduaire dans le filtre à tambour

$$P_r = 0,2 \text{ bar}$$

P : vapeur saturante de la liqueur noire

$$P_{\text{vap.sat.}} = 17 \text{ mm Hg}$$

ρ : masse volumique de la liqueur (kg/m^3)

$$\rho = 1195 \text{ kg / m}^3 \text{ à } 20^\circ\text{C}$$

g : constante gravitationnelle

$$g = 9,81 \text{ N / kg}$$

H : hauteur

P_{atm} : Pression atmosphérique

$$P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$$

Conversion

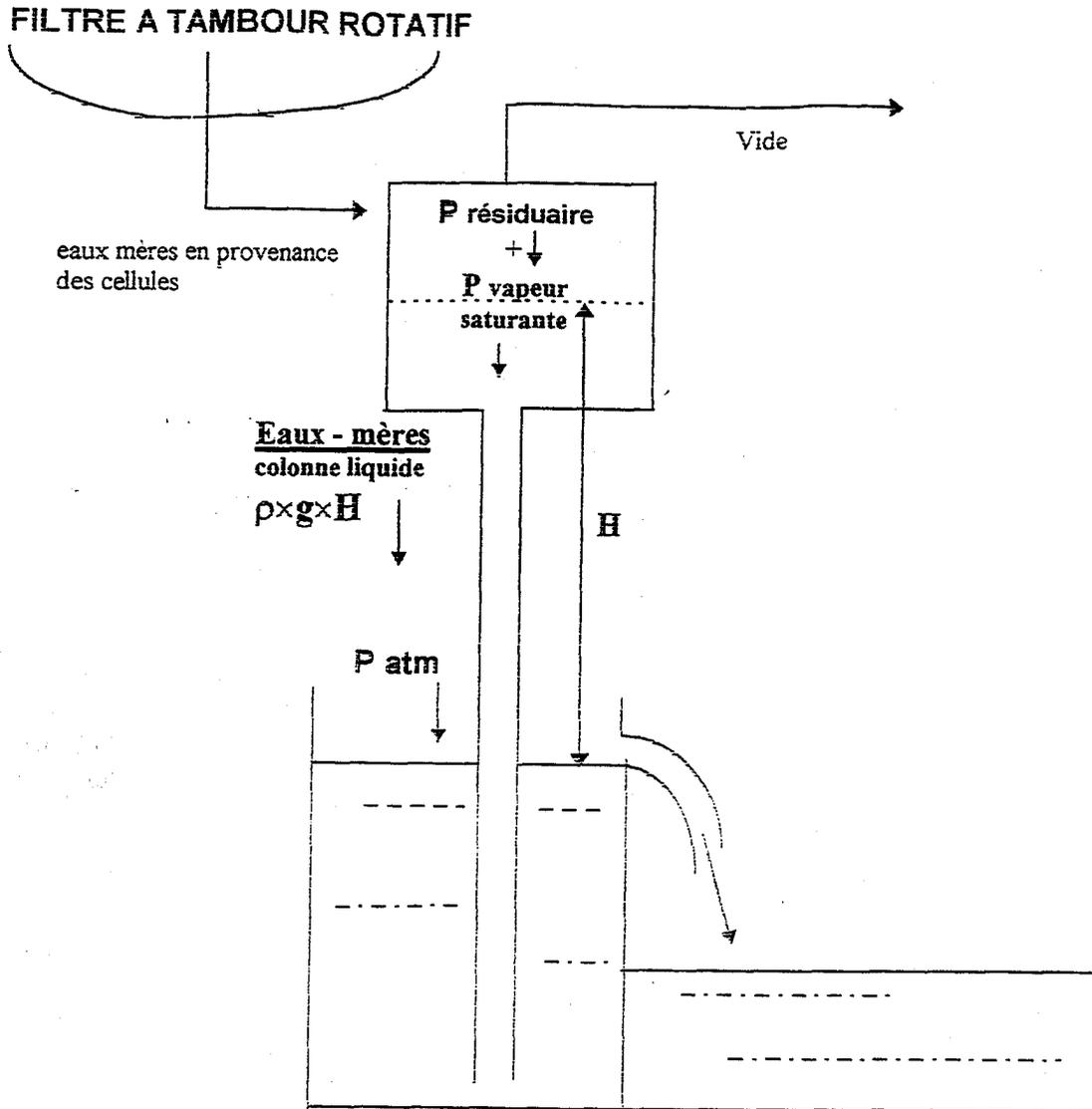
$$1,013 \text{ bar} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$$

Formule

$$P_r + P_{\text{vap.sat.}} + \rho \times g \times H = P_{\text{atm}} \text{ (les pressions sont exprimées en Pa)}$$

Travail demandé

1 - déterminer la hauteur H nécessaire pour soutirer la liqueur noire



$$H = [P_{atm} - (P_r + P_{vap.sat.})] / [\rho \times g]$$

$$H = [1,013 \times 10^5 - (20000 + 2237)] / (1195 \times 9,81)$$

$$H = 6,74 \text{ m}$$

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

Les copeaux de bois et les deux réactifs que sont la liqueur noire et blanche, (le tout assimilé au **mélange réactionnel**), sont introduits dans le réacteur A₅ où a lieu la cuisson, c'est à dire la transformation des copeaux de bois en pâte à papier.

Informations concernant la réaction

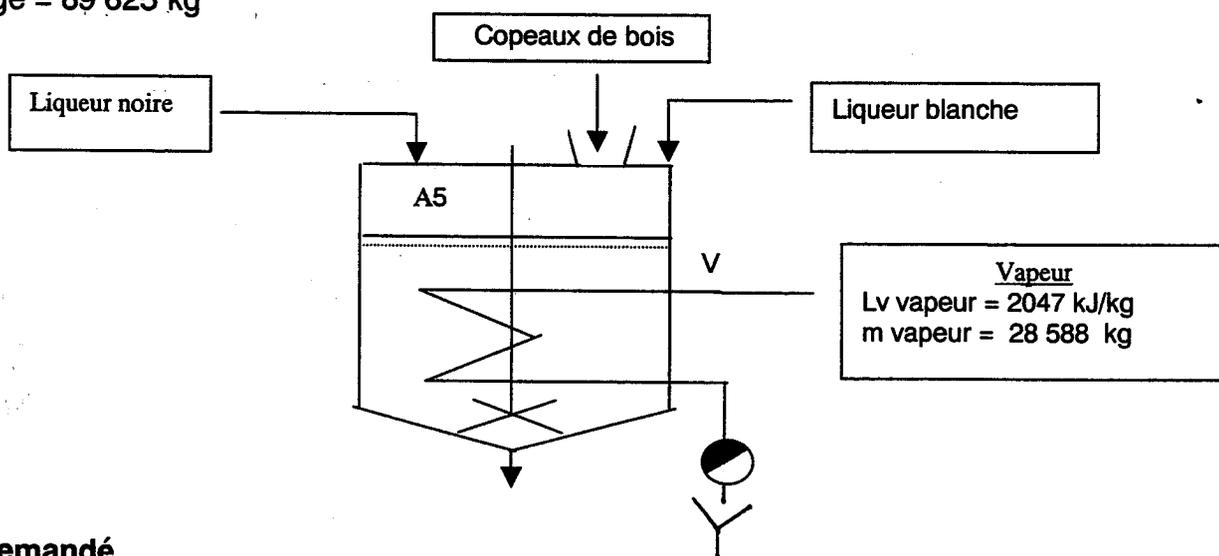
La réaction s'effectue sous une pression de 8 bars (le réacteur est alimenté en vapeur haute pression)

La température est de 170°C et la cuisson dure 90 minutes.

Mélange réactionnel

Cp mélange = 3,7 kJ/(kg×°C)

m mélange = 89 625 kg



Travail demandé

Calculer la masse de vapeur d'eau nécessaire à l'échauffement de 89 625 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.

Calcul pour un rendement de 100%

$$[m \text{ vapeur} \times L_v] = m \text{ mélange} \times C_p \times \Delta T$$

$$m \text{ vapeur} = [m \text{ mélange} \times C_p \times (170 - 20)] / L_v$$

$$m \text{ vapeur} = [89\,625 \times 3,7 \times (170 - 20)] / 2047 = 24\,300 \text{ kg/h}$$

Calcul pour un rendement de 85%

$$m \text{ vapeur} = 24\,300 \times 100 / 85 = 28\,588 \text{ kg}$$