

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
INDUSTRIES DES PROCÉDES
Session 2003**

**ÉPREUVE : E1 – A1 : ÉTUDE
D'UN PROCÉDE INDUSTRIEL**

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

CORRIGE

CODE SPECIALITE

03.06.IP STA

BAREME (60 pts)

Schéma de principe (11 / 60)

Flèches	1 pt
Produits	4 pts
Opérations	4 pts
Conditions opératoires	2 pts

Bilan matière (14 / 60)

Indication des matières	4 pts
Débits massiques et calculs	10 pts

Bilan thermique (15 / 60)

Cases en traits fins	5 pts
Case en trait épais et calculs	10 pts

Fluidisation (8 / 60)

Vitesse U et calculs	6 pts
Conclusion	2 pts

Sécurité et conduite (6 / 60)

Exactitude des réponses (OMA , FMA) ..	3pts
Justifications	3 pts

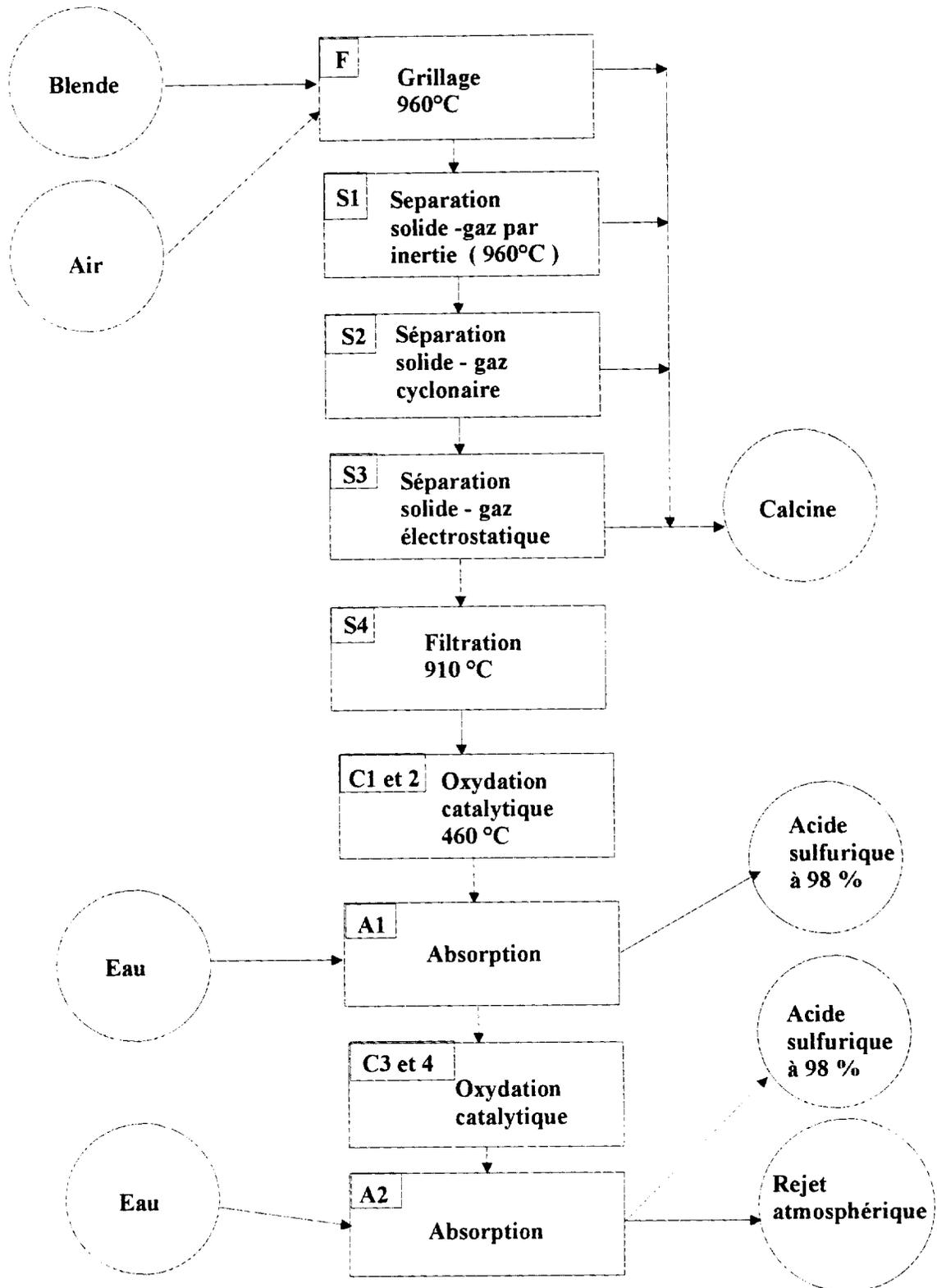
Régulation (6 / 60)

Nommer	2 pts
Indiquer le sens des variations	2 pts
Direct ou inverse	2 pts

Schéma de principe

Rappel : Les opérations de transfert de chaleur ne sont pas des opérations unitaires de génie chimique et ne doivent pas apparaître sur le schéma de principe .

Vous devez : Représenter par des flèches la succession des étapes et les entrées et sorties de produits .
 Compléter les étapes en indiquant les conditions opératoires connues .
 Indiquer les produits entrants et sortants .



Bilan matière

En utilisant le schéma page 3 / 7 du dossier ressources sur lequel les lignes de matière sont numérotées , et l'annexe 1. page 5 / 7, on vous demande de compléter les cases du bilan matière . Les produits seront représentés par leur formule chimique . (Pour les impuretés non oxydables , on notera I)

1

matière	débit en kg/h
ZnS	24650
I	4350

2

matière	débit en kg/h
O ₂	41940
N ₂	138060

3

matière	Débit en kg / h
ZnO	6175
I	1305

4

matière	débit en kg/h
ZnO	14409
I	3045
SO ₂	16264
O ₂	29743
N ₂	138060

5

matière	débit en kg/h
SO ₂	16264
O ₂	29743
N ₂	138060

6

matière	débit en kg/h
SO ₂	2277
SO ₃	17483
O ₂	26246
N ₂	138060

7

matière	débit en kg/h
SO ₂	2277
O ₂	26246
N ₂	138060

Bilan matière (détaillez vos calculs)

Ligne n° 1

$$\text{ZnS} : 29000 * 0,85 = 24650 \text{ kg / h}$$

$$\text{I} : 29000 * 0,15 = 4350 \text{ kg / h}$$

Ligne n° 2

$$\text{O}_2 : 180000 * 0,233 = 41940 \text{ kg / h}$$

$$\text{N}_2 : 180000 * 0,767 = 138060 \text{ kg / h}$$

Ligne 4

$$\text{ZnO} : \frac{24650 * 81 * 0,7}{97} = 14409 \text{ kg / h}$$

$$\text{I} : 4350 * 0,7 = 3045 \text{ kg / h}$$

$$\text{SO}_2 : \frac{24650 * 64}{97} = 16264 \text{ kg / h}$$

$$\text{O}_2 : 41940 - \frac{24650 * 48}{97} = 29743 \text{ kg / h}$$

Ligne 6

$$\text{SO}_2 : 16264 - 16264 * 0,86 = 2277 \text{ kg / h}$$

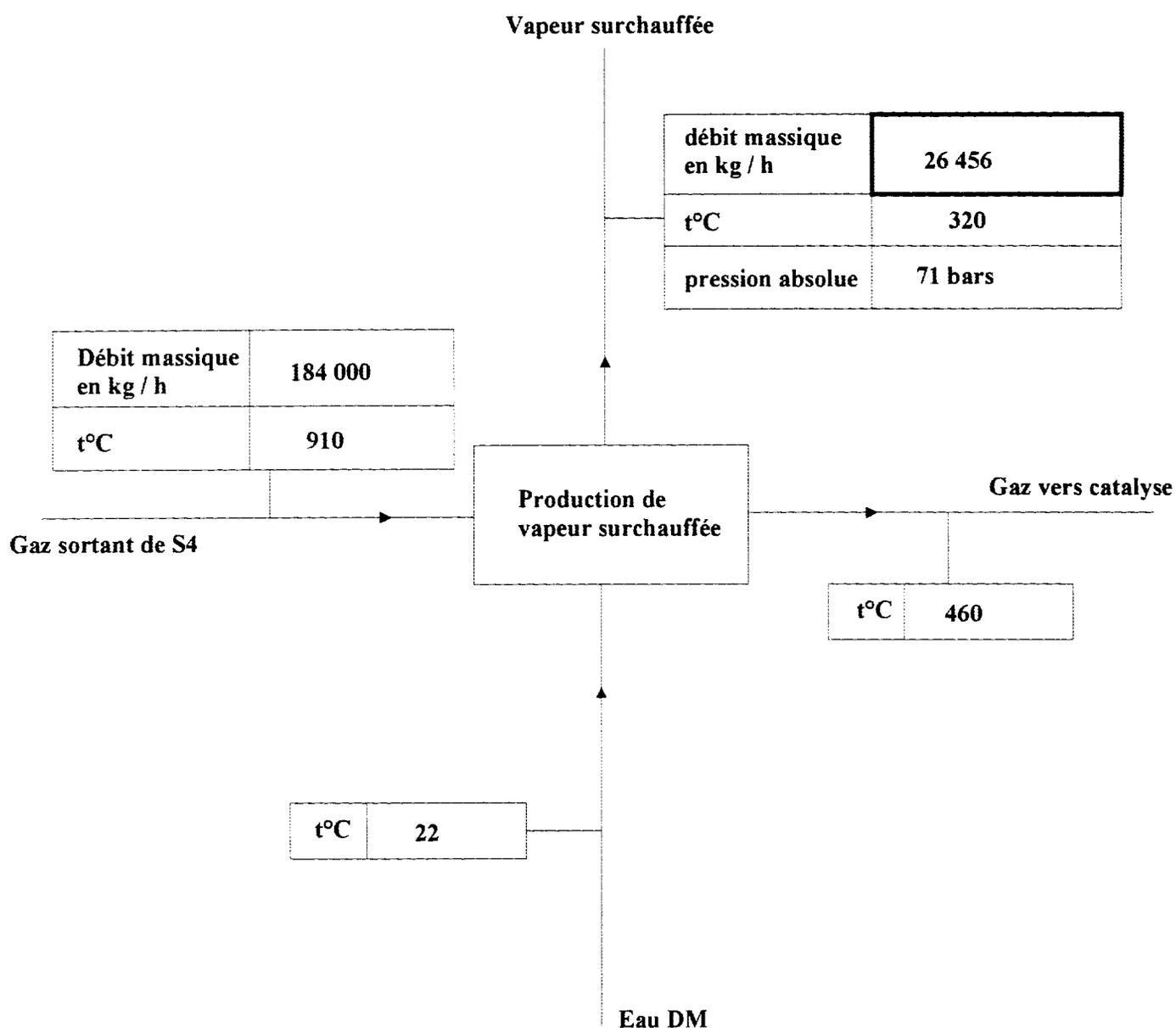
$$\text{SO}_3 : \frac{16264 * 0,86 * 80}{64} = 17483 \text{ kg / h}$$

$$\text{O}_2 : 29743 - \frac{16264 * 0,86 * 16}{64} = 26246 \text{ kg / h}$$

CORRIGE

Bilan thermique

En se référant au dossier ressources, et en utilisant les données physiques de l'annexe n°1 page 5 / 7, ainsi que le schéma de production de la vapeur surchauffée page 4 / 7, on vous demande de compléter les cases du schéma simplifié suivant .



CORRIGE

Bilan thermique (Calculs)

A) Quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser et surchauffer 1 kg de vapeur d'eau sous 71 bars absolus à 320 °C à partir d'eau à 22 °C .

1) Changement d'état

$$\begin{aligned} Q_1 &= 2772 - 91,6 \\ &= 2680,4 \text{ kJ / kg} \end{aligned}$$

2) Surchauffe

$$\begin{aligned} Q_2 &= 5,09 * (320 - 287) \\ &= 5,09 * 33 \\ &= 168 \text{ kJ / kg} \end{aligned}$$

3) Quantité totale de chaleur par kg de vapeur surchauffée

$$\begin{aligned} Q &= 2680 + 168 \\ &= 2848 \text{ kJ / kg} \end{aligned}$$

B) Flux de chaleur fourni par le refroidissement des gaz .

$$\text{Flux} = Q_m \cdot C_p \cdot dt$$

$$\begin{aligned} \text{Flux} &= 184\,000 * 0,910 * (910 - 460) \\ &= 184\,000 * 0,910 * 450 \\ &= 75\,348\,000 \text{ kJ / h} \end{aligned}$$

C) Débit de vapeur surchauffée

$$\begin{aligned} \text{Débit} &= 75\,348\,000 / 2848 \\ &= 26\,456 \text{ kg / h} \end{aligned}$$

Corrigé

FLUIDISATION

Débit molaire Q_n

$$Q_n = \frac{180 \cdot 10^6}{29}$$

$$Q_n = 6\,206\,896 \text{ moles}$$

Débit volumique Q_v

$$Q_v = \frac{Q_n \cdot R \cdot T}{P}$$

$$Q_v = \frac{6\,206\,896 \cdot 8,31 \cdot 1233}{101300}$$

$$Q_v = 627\,811 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_v = 174,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vitesse :

$$U = Q_v / S$$

$$U = 174,4 / 80$$

$$U = 2,18 \text{ m/s}$$

Conclusion :

La vitesse réelle de l'air exprimée en fut vide est supérieure à la vitesse théorique maximale U_{\max} .

Ceci explique l'entraînement des particules solides dans le flux gazeux.

Sécurité et conduite

Document ressource : Schéma de production de vapeur surchauffée .

Dysfonctionnement :

En cas de panne générale de la production ou de la distribution d'air comprimé , les trois vannes de régulation représentées sur le schéma ne sont plus alimentées (manque d'air)

Dans ce cas , la conduite est reprise en manuel à partir de la salle de commande par pilotage des vannes motorisées V1 et V2 .

Pour chacune des boucles on vous demande si la vanne de régulation doit être OMA ou FMA et de justifier votre réponse .

LIC

Justification : Pour que l'opérateur puisse maintenir le niveau dans le ballon par pilotage manuel à partir de la vanne motorisée V1 il est nécessaire que la vanne de régulation reste complètement ouverte en cas de manque d'air .

TIC

justification Pour que l'opérateur puisse réguler la température du flux gazeux à 490°C en sortie de calandre , Il faut qu'il puisse régler le débit d'eau à vaporiser par la vanne motorisée V2 . La vanne de régulation doit donc rester complètement ouverte par manque d'air .

PIC

Justification

La soupape de sécurité n'est pas conçue pour assurer une régulation Il sera donc préférable de laisser provisoirement la pression chuter dans le ballon . La vanne de régulation doit donc s'ouvrir par manque d'air .

Si la panne persistait il serait nécessaire d'arrêter l'alimentation en blende du four à lit fluidisé .

**Régulation de température TIC
Avec cascade sur la valeur réglante .**

Document ressource : Production de vapeur surchauffée .

La température du flux gazeux est régulée à 490°C en sortie de calandre

On vous demande d'observer le schéma de la régulation en cascade et de compléter les tableaux suivants .

Nommer

Grandeur réglée	Grandeur réglante
Température du flux gazeux en sortie de calandre de E1	Débit d'eau en entrée des tubes de E1

Indiquer le sens des variations

Consigne interne WI	Grandeur réglée	Consigne externe WE	Grandeur réglante
→	↗	↗	↗

**Sens d'action des régulateurs
direct ou inverse**

TIC	Direct
FIC	Direct