

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL  
INDUSTRIES DES PROCEDES  
Session 2003**

**EPREUVE : E1 - A1 : ETUDE  
D'UN PROCEDE INDUSTRIEL**

*Durée : 3 heures*

*Coefficient : 3*

**DOSSIER  
RESSOURCES**

CODE SPECIALITE

03.06.IP STA

## Grillage de la blende

Description du procédé

Schéma : Page 3 / 7

La blende est le minerai qui permet d'obtenir le zinc . Il contient 85% de sulfure de zinc ( ZnS ) et 15% d'impuretés diverses non oxydables .

Dans une entreprise spécialisée , on réalise le grillage de façon à oxyder le sulfure de zinc par l'oxygène de l'air pour obtenir l'oxyde ( ZnO )



Le produit solide obtenu est appelé Calcine . Il contient L'oxyde de zinc et des impuretés non oxydables . Les opérations ultérieures de réduction et de séparation pour obtenir du zinc pur sont réalisées dans une autre entreprise .

**Grillage :** Le grillage est réalisé à 960 °C dans un four à lit fluidisé ( F ) . La température est entretenue par l'exothermicité de la réaction . Un ventilateur ( V ) permet d'assurer un débit d'air suffisant pour la fluidisation ( Q = 180 tonnes / h ) . L'étude du bilan matière montrera que la quantité d'oxygène ainsi apporté est suffisante pour la réaction et les réactions ultérieures .

On considère que l'air contient 23,3% d'oxygène et 76,7% d'azote en pourcentages massiques .

**Alimentation :** Le four est alimenté en continu à partir de trémies journalières de blende à un débit de 29 tonnes / h

**Sortie de la calcine :** On considère que le taux de conversion de ZnS en ZnO est de 100% .

Une partie de la calcine ( 30% ) sort du four ( F ) par simple débordement du lit fluidisé . Le reste est entraîné par le flux gazeux et traverse trois séparateurs Gaz- Poussières . Le premier ( S1 ) est un séparateur à inertie qui récupère encore 50% de la calcine totale . Le deuxième ( S2 ) est un cyclone qui récupère 15% et le troisième ( S3 ) est un séparateur électrostatique qui récupère 4,8% .

Tous les flux de calcine sont collectés par une bande transporteuse et stockés après refroidissement ( non représenté sur le schéma ) .

**Filtration finale :** Le reste des poussières ( 0,2% ) est retenu par un ensemble de filtres à silex .

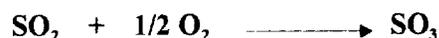
L'ensemble du processus de séparation ( S1 S2 S3 S4 ) fait chuter la température du mélange gazeux de 960°C à 910°C .

**Récupération d'énergie :** Il est nécessaire de faire chuter la température des gaz de 910°C à 460°C avant la catalyse ( C ) .

Pour cela , deux échangeurs à faisceaux tubulaires ( E1 et E2 ) vont produire de la vapeur d'eau et la surchauffer ( 71,08 bars - 320°C )

Cette vapeur est revendue à une entreprise voisine distante de 400 m .

**Catalyse :**



En présence d'un catalyseur ( oxyde de vanadium ) le dioxyde de soufre s'oxyde en trioxyde dans la caisse à catalyse ( C ) . Le catalyseur est disposé en quatre lits dans trois caissons indépendants .

**Lit n°1 :** La traversée du lit n°1 fait remonter la température de 460°C à 600°C . L'échangeur ( E3 ) produit de la vapeur saturante selon le même principe que l'échangeur n°1 .

Les gaz sont ainsi refroidis de 600°C à 450°C .

## Description du procédé ( suite )

**Lit n°2 :** Par la traversée du lit n°2 la température remonte de 450°C à 480°C . Un échangeur gaz-gaz ( E4 ) permet de refroidir à nouveau à 430°C avant la traversée des deux derniers lits .

Le taux de conversion de SO<sub>2</sub> en SO<sub>3</sub> après traversée des lits 1 et 2 est de 86% .

**Absorption intermédiaire :** Une absorption intermédiaire dans la colonne ( A1 ) permet d'obtenir de l'acide sulfurique à 98% , après avoir refroidi les gaz dans des économiseurs non représentés .



Le SO<sub>3</sub> est absorbé à contre courant par de l'acide sulfurique à 98% . Le titre de l'acide est maintenu constant par un appoint d'eau à la base de la colonne . La totalité du SO<sub>3</sub> est absorbée .

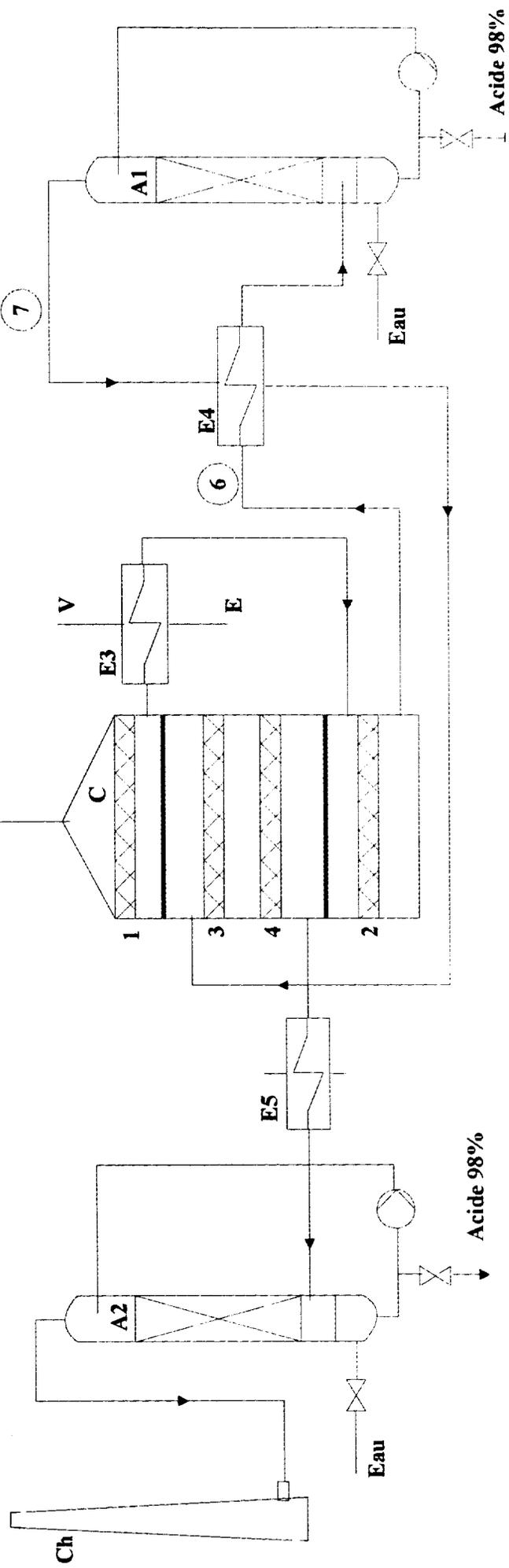
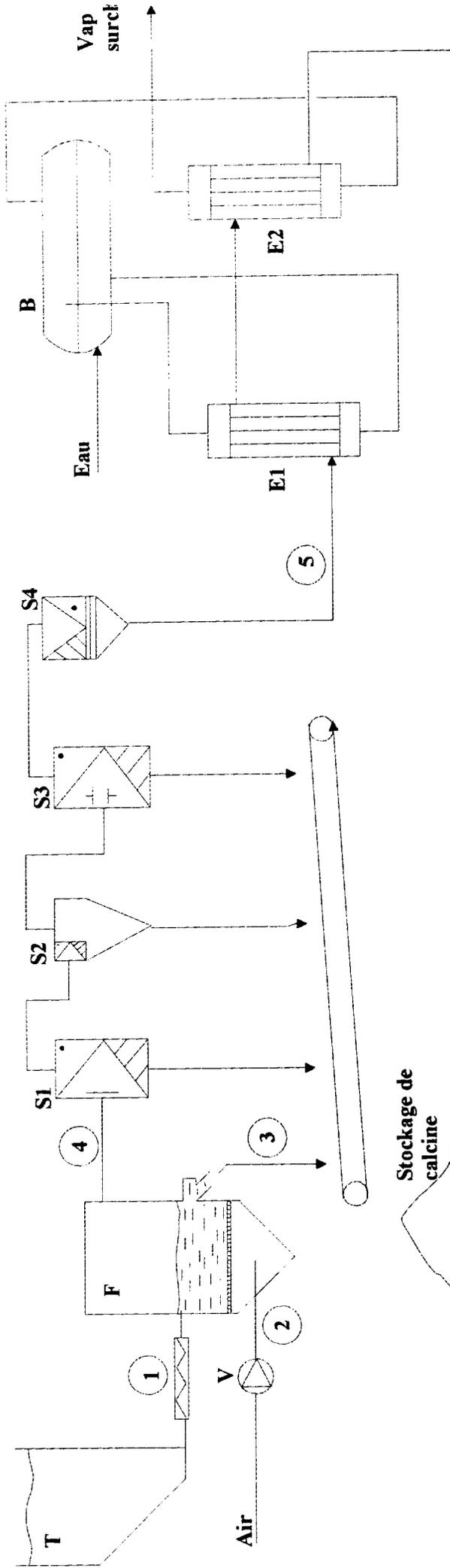
**Lits n° 3 et 4 :** Le SO<sub>2</sub> restant est oxydé par traversée des deux derniers lits de catalyseur .

Le taux de conversion global de la caisse à catalyse est de 99,4% .

**Absorption finale :** Le flux gazeux , après refroidissement dans un échangeur gaz-gaz ( E5 ) , est introduit à la base de la colonne d'absorption finale ( A2 ) qui fonctionne de la même façon que la colonne A1 pour produire de l'acide sulfurique à 98% .

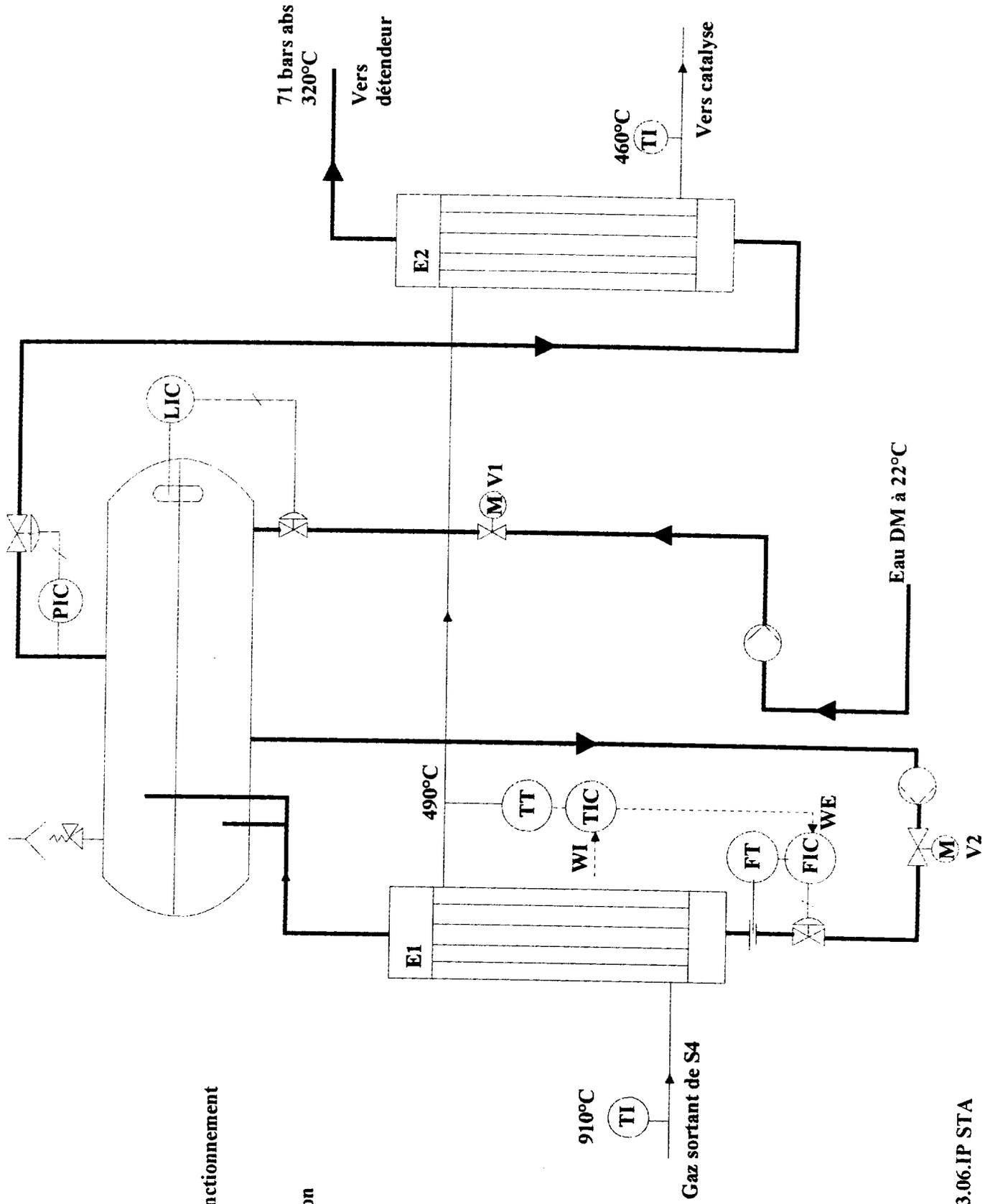
**Rejet atmosphérique :** Sachant que seul le SO<sub>3</sub> a été intégralement absorbé en A1 et A2 , on rejette en cheminée dans le respect des normes ( Ch ) un mélange gazeux qui contient encore du SO<sub>2</sub> .

# Schéma simplifié du procédé



V1 et V2 : vannes motorisées  
Ces vannes sont ouvertes en fonctionnement normal

Soupape de sécurité sur le ballon  
tarée à 100 bars



**Masses molaires**

**ZnS : M = 97g / mole**

**ZnO : M = 81g / mole**

**SO<sub>2</sub> : M = 64g / mole**

**SO<sub>3</sub> : M = 80g / mole**

**O<sub>2</sub> : M = 32g / mole**

**N<sub>2</sub> : M = 28g / mole**

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : M = 98g / mole.**

**Production de la vapeur d'eau**

**Caractéristiques physiques ( référence : eau liquide à 0°C )**

**1 ) Enthalpie de l'eau à 22°C = 91,6 kJ / kg**

**2 ) Enthalpie totale de la vapeur saturante sous une pression absolue de 71 bars = 2772 kJ / kg**

**3 ) Température de la vapeur saturante à 71 bars absolus = 287°C**

**4 ) Capacité calorifique de la vapeur d'eau sous 71 bars absolus = 5,09 kJ / kg / °C**

**5 ) Capacité calorifique du flux gazeux ( SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ) = 0,910 kJ / kg / °C**

**Annexe n°2**

$$Q_m = 180 \text{ t / h ( débit massique de l'air )}$$

$$\text{Masse molaire moyenne des constituants de l'air} \quad M = 29 \text{ g / mole}$$

$$PV = nRT$$

$$P = 101300 \text{ Pa}$$

$$R = 8,31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{mole} / \text{K}$$

$$t^{\circ}\text{C} = 960 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$U = Q_v / S$$

$$S = 80 \text{ m}^2$$

**La perte de charge dans le lit fluidisé est négligée .**

## **BAREME**

<b>Schéma de principe .....</b>	<b>11/60</b>
<b>Bilan matière .....</b>	<b>16/60</b>
<b>Bilan thermique .....</b>	<b>15/60</b>
<b>Fluidisation .....</b>	<b>8/60</b>
<b>Sécurité et conduite .....</b>	<b>6/60</b>
<b>Régulation .....</b>	<b>6/60</b>