

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
INDUSTRIES DE PROCÉDÉS**

SESSION 2005

**ÉPREUVE E1 – A1
ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL**

DOSSIER TRAVAIL

DURÉE : 3H

COEFFICIENT : 3

SOMMAIRE

Ce Dossier (hors page de garde) comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7

ANNEXES :

ÉPREUVE E1 – A1

ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ

QUESTIONS

1 ÉTUDE QUALITATIVE (19 POINTS)

 QUESTIONS

1 ÉTUDE QUALITATIVE (19 POINTS)

1.1 ANALYSE DU PROCÉDÉ

Établir (en complétant l'annexe 1) le schéma de principe de fabrication en faisant apparaître :

- ✕ les différentes opérations unitaires dans leur succession chronologique ainsi que le repère des appareils dans lesquels elles sont réalisées.
- ✕ les réactifs et les produits entrants et sortants du procédé.

1.2 COMPRÉHENSION DU PROCÉDÉ

- a. Lors de l'incinération, l'air est utilisé pour des raisons économiques. Il serait plus intéressant d'utiliser de l'oxygène pur, pourquoi ?
- b. Indiquer, en l'expliquant, l'influence de la température et de la pression sur les équilibres des réactions (2) et (3).
- c. Donner les réactions qui se produisent dans l'étage « basique » entre la soude et HCl, et entre la soude et SO₂.
- d. Pour quelle raison est-il nécessaire de travailler avec une température comprise entre 850 °C et 1000 °C au niveau de l'incinérateur ?

2 ÉTUDE QUANTITATIVE (22 POINTS)

2.1 BILAN MATIÈRE : (15 POINTS)

- a. Établir (en faisant apparaître le détail de vos calculs et en complétant l'annexe 2) le bilan matière théorique simplifié de l'incinération des ordures ménagères. Nous allons travailler sur **une tonne par heure de déchets ménagers**.

Les résultats seront donnés à 10⁻³ près.

- b. A partir de l'oxygène entrant et sortant, déterminez le taux d'excès en oxygène.

DONNÉES :

La réaction (1) est totale.

Le taux de conversion de la réaction (2) est de 90 %.

Le taux de conversion du soufre est de 100 %, la sélectivité du soufre en SO₂ est de 90.2 %. Pour les réactions (3) et (4)

| | | Masse molaire (g/mol) |
|---------------------|-----------------|-----------------------|
| Dioxyde de carbone | CO ₂ | 44 |
| Dioxyde de soufre | SO ₂ | 64 |
| Trioxyde de soufre | SO ₃ | 80 |
| Acide chlorhydrique | HCl | 36.5 |

On rappelle les définitions suivantes :

- Taux de conversion : $X = \frac{\text{Quantité de réactif principal converti}}{\text{Quantité de réactif principal introduit}}$
- Sélectivité : $S = \frac{\text{Quantité de réactif principal converti en produit désiré}}{\text{Quantité de réactif principal converti}}$
- Taux d'excès : $\tau = \frac{\text{Quantité de réactif introduit}}{\text{Quantité minimale de réactif à introduire}}$

2.2 BILAN THERMIQUE : (7 POINTS)

Sachant que le pouvoir calorifique inférieur moyen (PCI_m) est de 9278 kJ/kg d'ordures ménagères incinérées. En prenant une tonne d'ordures ménagères incinérées :

- a. Déterminer la quantité d'énergie dégagée lors de la combustion d'une tonne par heure d'ordures ménagères.
- b. Cette quantité d'énergie est utilisée pour fabriquer de la vapeur haute pression (350 °C, 50 bars). La chaudière est alimentée en eau à 20 °C et 50 bars. Déterminer le débit de vapeur produite, sachant que le rendement de la chaudière est de 90 %.
- c. Comment qualifieriez-vous cette vapeur produite (sous-refroidie, saturante, surchauffée) ? Justifiez votre réponse.

DONNÉES :

- Quantité d'énergie dégagée lors d'une combustion :

$$Q_d = PCI_m * \text{Quantité de produits incinérées}$$

3 RÉGULATION (7 POINTS)

Pour garantir la qualité de l'air rejeté en sortie de la deuxième colonne de lavage il est envisagé d'installer une boucle de régulation permettant de garantir la teneur en SO_2 .

- Mettre en place en utilisant la symbolique simplifiée, sur le premier schéma de l'annexe 3, une boucle de régulation permettant de garantir la teneur en SO_2 en sortie de colonne de lavage.
- Remplir le tableau de régulation correspondant à la boucle mise en place.

Malgré la mise en place de cette boucle il arrive que la teneur en SO_2 soit parfois supérieure à la norme de rejet. En effet, la teneur de SO_2 , dans le gaz entrant, n'est pas constante ce qui induit des rejets parfois élevés. Il est proposé de mettre en place une nouvelle boucle de régulation qui permettrait de tenir compte des variations de concentration en SO_2 , à l'entrée de cette colonne.

- Mettre en place en utilisant la symbolique simplifiée, sur le deuxième schéma de l'annexe 3, une boucle de régulation permettant de garantir la teneur en SO_2 en sortie de colonne de lavage.

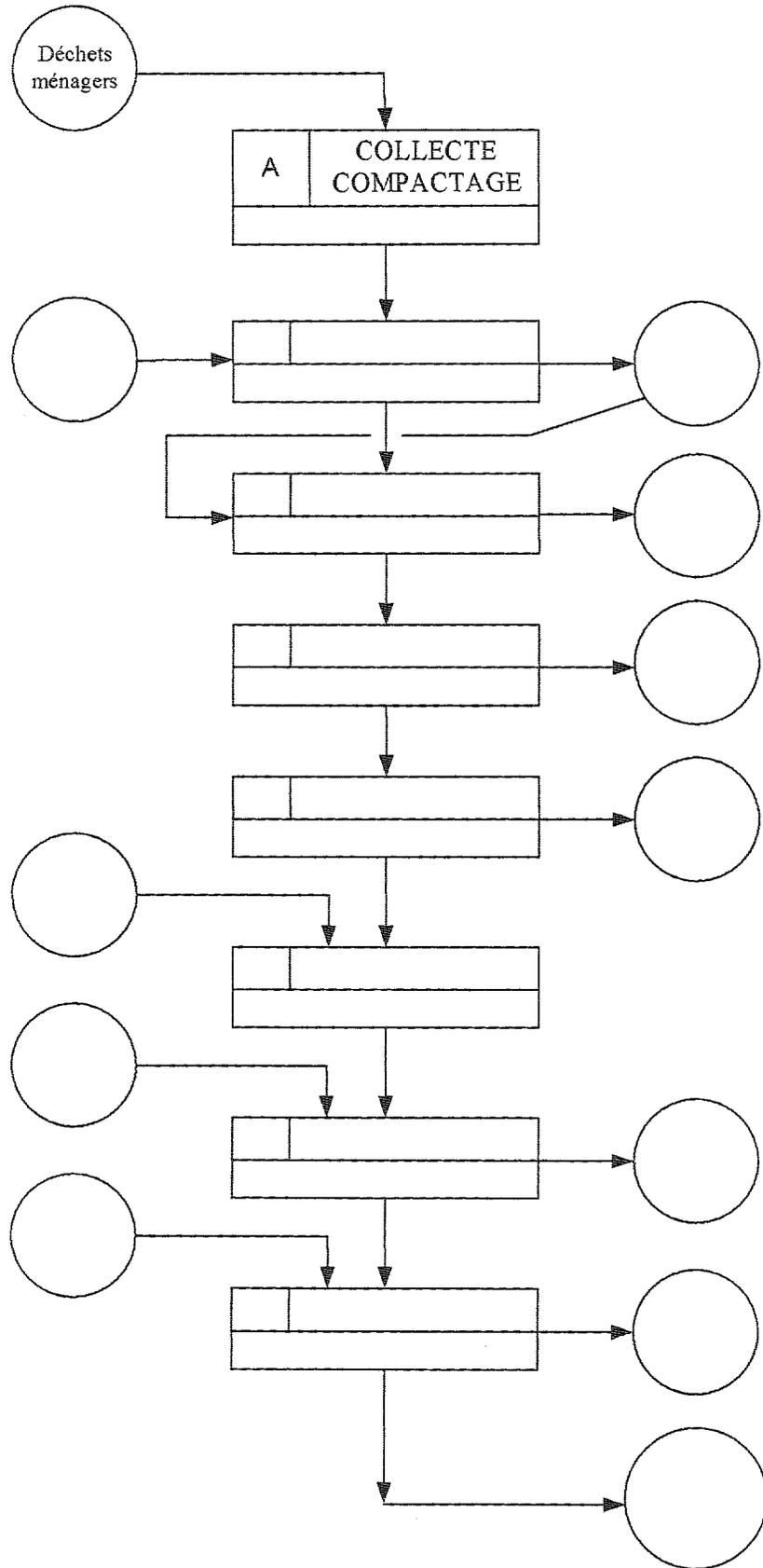
4 CONDUITE DE PROCÉDÉ (6 POINTS)

Compléter le tableau de conduite situé en ANNEXE 4, en indiquant le sens de variation des débits de production de dioxyde de soufre (SO_2) et de trioxyde de soufre (SO_3) dans les cas de figures proposés.

5 ENVIRONNEMENT (6 POINTS)

- Quelle est la norme de rejet des SO_2 ?
- L'entreprise d'incinération rejette 150 kg de SO_2 par jour. La quantité d'air rejeté avec le SO_2 est de 100 000 kmol/jour.
Les rejets sont-ils conformes à la norme ? Justifiez votre réponse.
- S'ils ne sont pas conformes, proposez une solution de traitement du SO_2 , sans modification de l'existant.
- Quels sont les risques pour l'environnement des rejets en SO_x ?

ANNEXE 1



ANNEXE 2

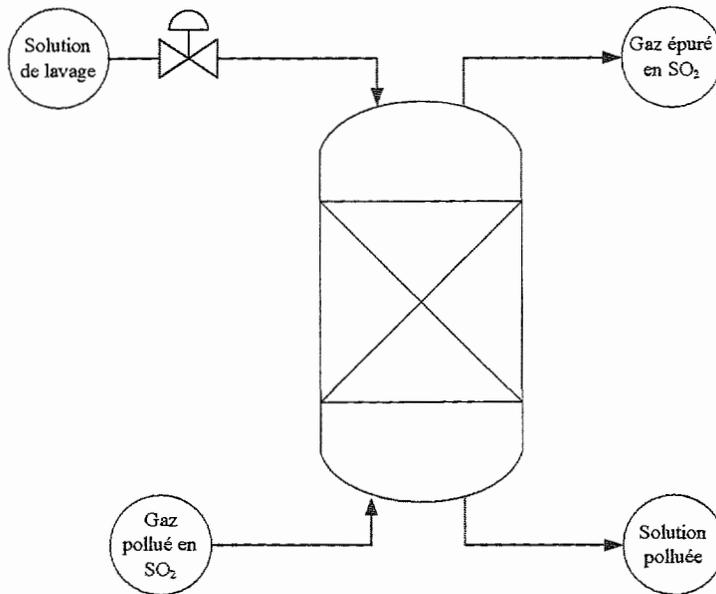
| | kg/h | kmol/h |
|------------|------|--------|
| Di-oxygène | 640 | 20 |
| Di-azote | 2240 | 80 |
| Total | 2880 | 100 |

INCINÉRATION

| | kg/h | kmol/h |
|--------------|------|--------|
| Carbone | | |
| Di-hydrogène | | |
| Di-oxygène | | |
| Di-azote | | |
| Soufre | | |
| Di-chlore | | |
| Eau | | |
| Inertes | | X |
| Total | 1000 | X |

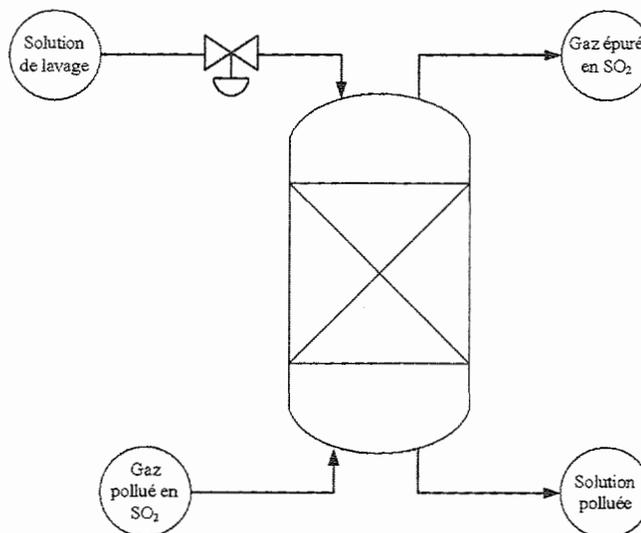
| | kg/h | kmol/h |
|---------------------|---------|--------|
| Carbone | | |
| Dioxyde de carbone | | |
| Di-hydrogène | | |
| Di-oxygène | 179.233 | 5.601 |
| Di-azote | 2246 | 80.214 |
| Soufre | | |
| Dioxyde de soufre | | |
| Trioxyde de soufre | | |
| Di-chlore | | |
| Acide chlorhydrique | | |
| Eau | | |
| Inertes | | X |
| Total | | X |

ANNEXE 3



| Grandeur réglée | Grandeur réglante | Mesure | Type de vanne | Sens d'action du régulateur (Directe / Inverse) |
|-----------------|-------------------|--------|---------------|---|
| | | ↗ | OMA | |

OMA : Ouverte par Manque d' Air / FMA : Fermeture par Manque d' Air



ANNEXE 4

| Débit d'alimentation de l'incinérateur | Taux de conversion du soufre | Sélectivité du soufre en SO ₂ | Production de dioxyde de soufre | Production de trioxyde de soufre |
|---|---|---|---------------------------------|----------------------------------|
|  |  |  | | |
|  |  |  | | |
|  |  |  | | |