

E2 Épreuve technologique

Étude de fabrication

*L'usage de documents personnels est strictement interdit.
L'usage des calculatrices est interdit.*

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Fabrication de colorant rouge à partir des betteraves

La société COLOPLUS fabrique un colorant sous forme de poudre à partir de betteraves rouges.

Les betteraves rouges sont, notamment, cultivées pour obtenir une poudre rouge qui est ajoutée ensuite dans des produits alimentaires pour accentuer leurs couleurs.

Après l'épierrage et le lavage, les betteraves sont broyées dans un broyeur à râpe. Les pigments sont récupérés par percolation d'eau sur les cossettes de betteraves.

Les betteraves sont ensuite pressées dans une presse à bandes.

Les jus ainsi obtenus sont transportés dans l'atelier d'évaporation.

On réalise ensuite l'évaporation d'une partie de l'eau dans un évaporateur à flots tombants.

Le concentré est stocké au froid.

Après pré-chauffage, le concentré est envoyé dans un tour d'atomisation où il est séché par de l'air.

La poudre est séparée de l'air dans des cyclones, puis elle est ensachée.

Au cours de ce procédé, différents contrôles permettent de suivre l'évolution de la qualité du produit.

PARTIE A – Génie des procédés et génie industriel (50 points)

1 - ÉTUDE DU PROCÉDÉ (19 points)

1.1. Compléter le schéma de principe DR 1 (à remettre avec la copie).

1.2. Étude des appareils :

1.2.1. Appareil de concentration à flot tombant

1.2.1.1. Légender le schéma DR 2 (à remettre avec la copie).

1.2.1.2. Citer quatre paramètres à surveiller dans une opération de concentration.

1.2.2. La tour d'atomisation

1.2.2.1. Légender le schéma DR 3 (à remettre avec la copie)

1.2.2.2. Citer deux paramètres à surveiller lors de cette opération.

2 – BILAN MATIÈRE (10 points)

A l'entrée de la tour d'atomisation, le concentré contient 75 % de matière sèche. En sortie de tour la poudre a une teneur en matière sèche de 99,6 %.

Le débit du concentré à l'entrée de la tour est de 2000 kg/heure.

2.1. Calculer la masse de matière sèche entrant en une heure.

2.2. Calculer la quantité de poudre qui sort en une heure.

2.3. Calculer la masse d'eau qui est enlevée en une heure.

2.4. Le débit massique d'air est de 13000 kg par heure. La teneur en eau de cet air est de 5 g d'eau par kilogramme d'air. Calculer la quantité d'eau contenu par kilogramme d'air à la sortie de la tour.

3 – BILAN ÉNERGÉTIQUE (11 points)

Avant l'atomisation, le concentré est réchauffé dans un échangeur tubulaire. Le produit entre au débit de 2000 kg/heure à la température de 15°C. Il sort à la température de 85°C. Il est réchauffé à contre courant d'eau chaude. La température d'entrée de l'eau chaude est de 95°C. Le débit de l'eau chaude est de 2100 litres par heure.

- 3.1. Calculer la température de sortie de l'eau.
- 3.2. Calculer l'écart moyen logarithmique des températures.
- 3.3. Calculer la surface de l'échangeur

Données :

$$\text{DTLM} = \frac{a-b}{\ln \frac{a}{b}}$$

$$C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ} \times \text{kg}^{-1} \times \text{°C}^{-1}$$

$$C_{\text{concentré}} = 3,6 \text{ kJ} \times \text{kg}^{-1} \times \text{°C}^{-1}$$

$$K = \text{coefficient global d'échange thermique} = 3 \text{ kW} \times \text{m}^{-2} \times \text{°C}^{-1}$$

$$\text{Masse volumique de l'eau à } 95\text{°C} = 990 \text{ kg/m}^3$$

$$P = K \times S \times \text{DTLM}$$

DTLM

4 – ANALYSE ET RÉGULATION (10 points)

Pour maintenir la pression constante dans l'évaporateur on met en place une boucle de régulation qui agit sur une vanne d'ouverture à l'atmosphère.

- 4.1. Nommer et donner le rôle de chaque constituant de la boucle de régulation.
- 4.2. Préciser quelle est :
 - la grandeur réglante,
 - la grandeur réglée.
- 4.3. Représenter sur votre copie cette boucle de régulation à l'aide du schéma fourni en annexe.

PARTIE B – Sciences et technologies des bio-industries (50 points)

1 – MATIÈRES PREMIÈRES (12 points)

- 1.1. La couleur rouge des betteraves est due à des pigments.
 - 1.1.1. Donner le nom du pigment responsable de la couleur rouge des betteraves.
 - 1.1.2. Préciser si ce pigment est hydrosoluble ou liposoluble.
- 1.2. Il existe dans les légumes d'autres pigments. En citer deux, en précisant la couleur correspondante.
- 1.3. Citer deux autres constituants des betteraves et donner leur intérêt nutritionnel.
- 1.4. Indiquer pourquoi les micro-organismes se développent plus facilement sur les légumes que sur les fruits.
- 1.5. Les betteraves rouges ont une Aw élevée.
 - 1.5.1. Développer le signe « Aw » (en anglais ou en français).
 - 1.5.2. Définir l'Aw.
 - 1.5.3. Expliquer les conséquences d'une Aw élevée.

2 – TRANSFORMATIONS SUBIES (15 points)

- 2.1. Il existe différents procédés de lavage. Proposer un procédé adapté au lavage des betteraves.
- 2.2. Les betteraves rouges sont broyées dans un broyeur à râpe. Indiquer le but de cette opération dans ce process.
- 2.3. La percolation est une extraction par un solvant. Expliquer le principe de cette opération.
- 2.4. Citer deux paramètres influençant les performances de l'opération de percolation.
- 2.5. L'osmose est un phénomène qui intervient lors de la percolation. Expliquer son principe.
- 2.6. Suite à la récupération de pigments par percolation, l'industriel choisit de presser les cossettes. Expliquer la raison qui motive ce choix.
- 2.7. Pour réaliser l'opération suivant la percolation, l'industriel utilise une presse à bande. Proposer un autre matériel possible.
- 2.8. Indiquer le terme généralement employé pour parler :
 - 2.8.1. de la fraction retenue après une opération d'extraction.
 - 2.8.2. de la fraction rejetée après une opération d'extraction.

3 – PRODUITS FINIS (7 points)

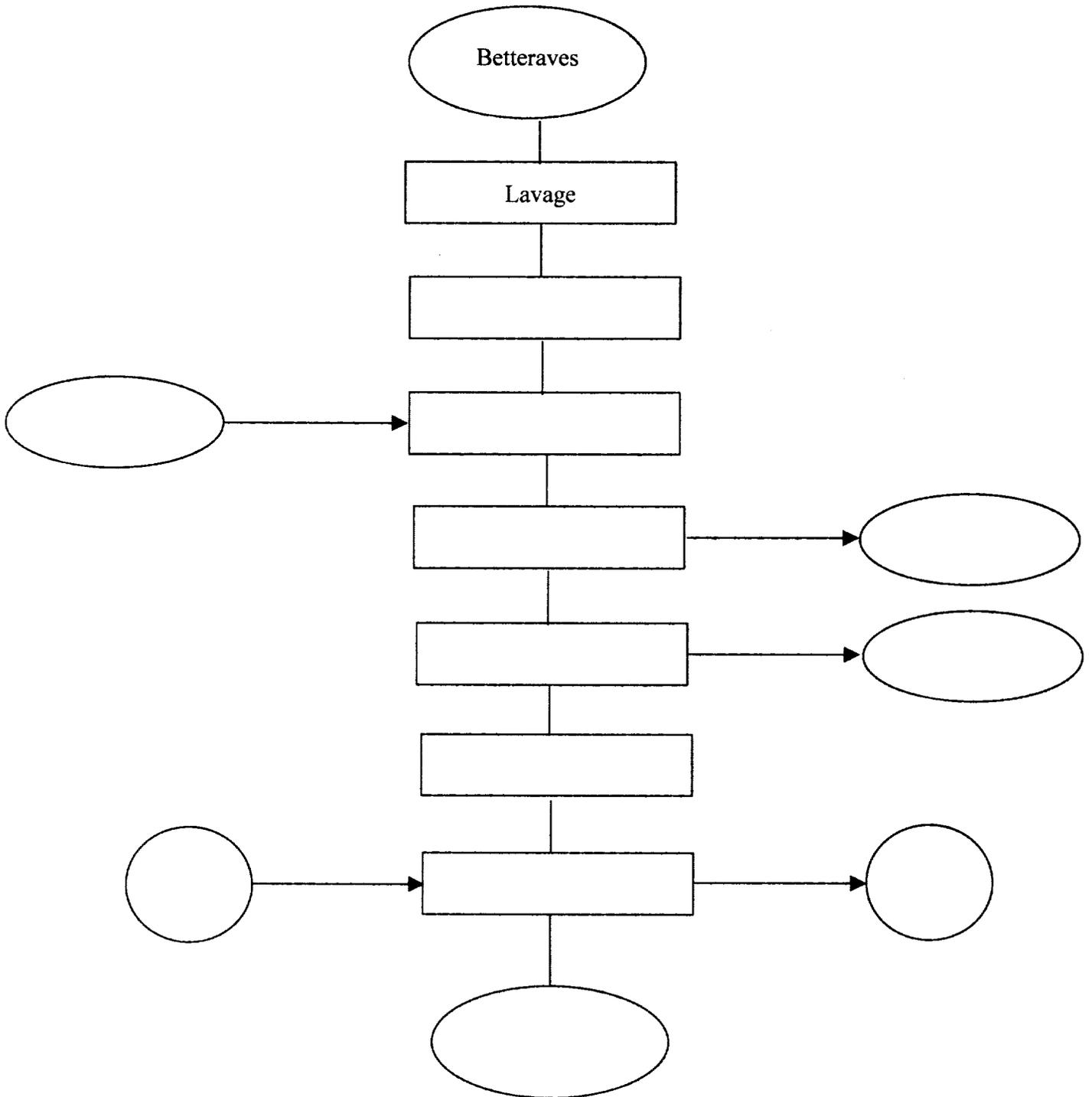
- 3.1. Les poudres sont conditionnées en sacs de 50 kg. Ajouter deux informations manquantes, devant figurer sur l'étiquetage :
- Société COLOPLUS, Z.I. des près – 53 000 LAVAL
 - Colorant rouge de betterave
 - A utiliser de préférence avant : Juin 06
- 3.2. Les poudres obtenues sont utilisées dans de nombreux produits des bio-industries. Citer un exemple de produit pouvant contenir ce colorant.
- 3.3. Les colorants sont des additifs.
- 3.3.1. Définir le terme additif.
 - 3.3.2. Citer trois classes d'additifs.

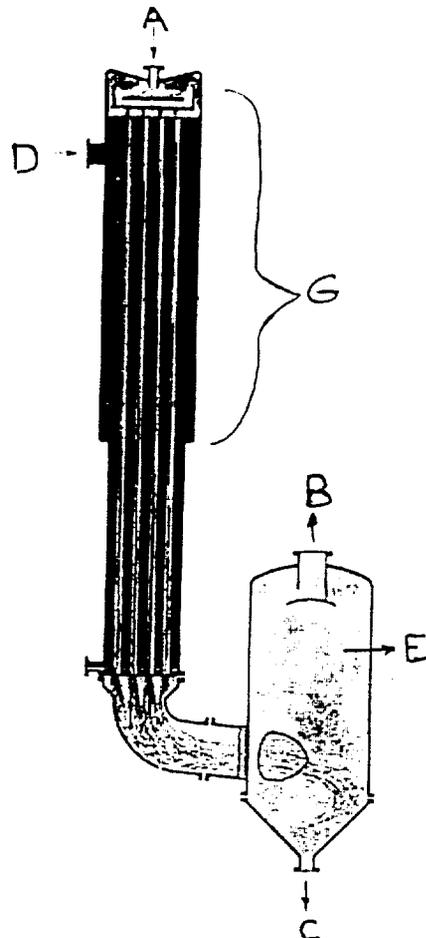
4 – CONTRÔLES (8 points)

- 4.1. Proposer deux contrôles effectués sur les betteraves à leur réception.
- 4.2. Citer et expliquer le contrôle qui valide l'opération d'atomisation.
- 4.3. La pureté du colorant peut être contrôlée par chromatographie sur couche mince. Expliquer son principe.

5 – QUALITÉ (8 points)

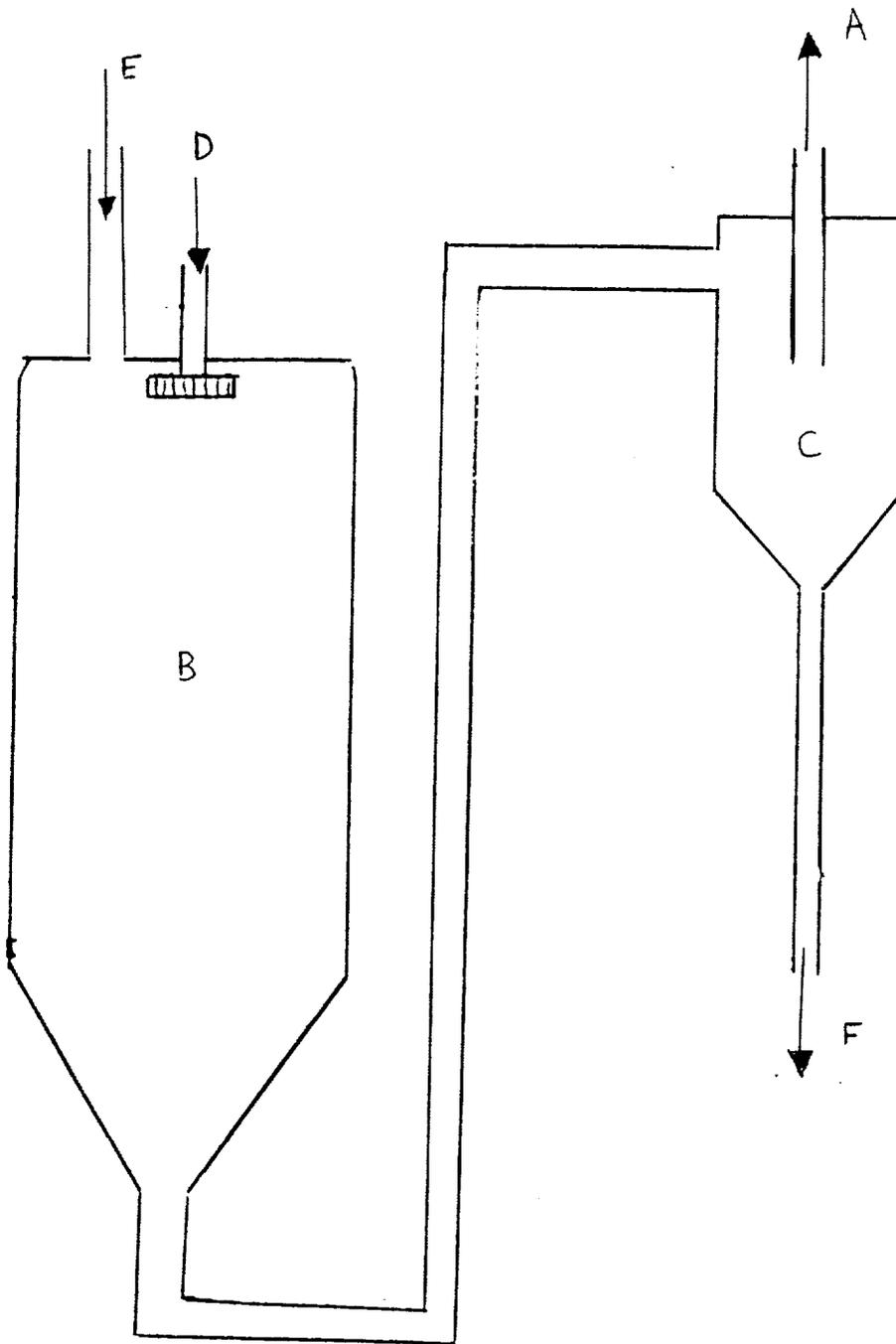
- 5.1. La société COLOPLUS a été certifiée ISO 9002.
Définir "certification" et "ISO 9002". Indiquer l'intérêt d'une telle démarche.
- 5.2. Elle subit un « audit » par une société extérieure.
Définir un « audit ».
- 5.3. La société COLOPLUS vend son colorant à un grand groupe alimentaire suisse, qui lui impose un cahier des charges très strict.
Expliquer ce qu'est un cahier des charges.





Nom de l'appareil :

ÉLÉMENT	LETTRE SUR LE SCHÉMA
Sorties des vapeurs issues du produit	
Séparateur de phases	
Entrée de la vapeur de chauffage	
Entrée du produit	
Corps de chauffe	
Sortie du concentré	



Nom de l'appareil :

ÉLÉMENT	LETTRE SUR LE SCHÉMA
Entrée de l'air chaud	
Entrée du produit	
Tour	
Cyclone	
Sortie de la poudre	
Sortie de l'air	

BOUCLE DE RÉGULATION DE PRESSION

