

DE LA BETTERAVE AU CRISTAL DE SUCRE

DOSSIER REPONSE

Le candidat répondra directement sur le dossier qui sera à rendre en totalité à la fin de l'épreuve

CORRIGE

Ce dossier comporte 9 pages

Examen : *B.E.P. Métiers des industries chimiques, des bio industries et du traitement de l'eau*

Epreuve : *Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou d'un traitement*

1605 / EP1 / 2003

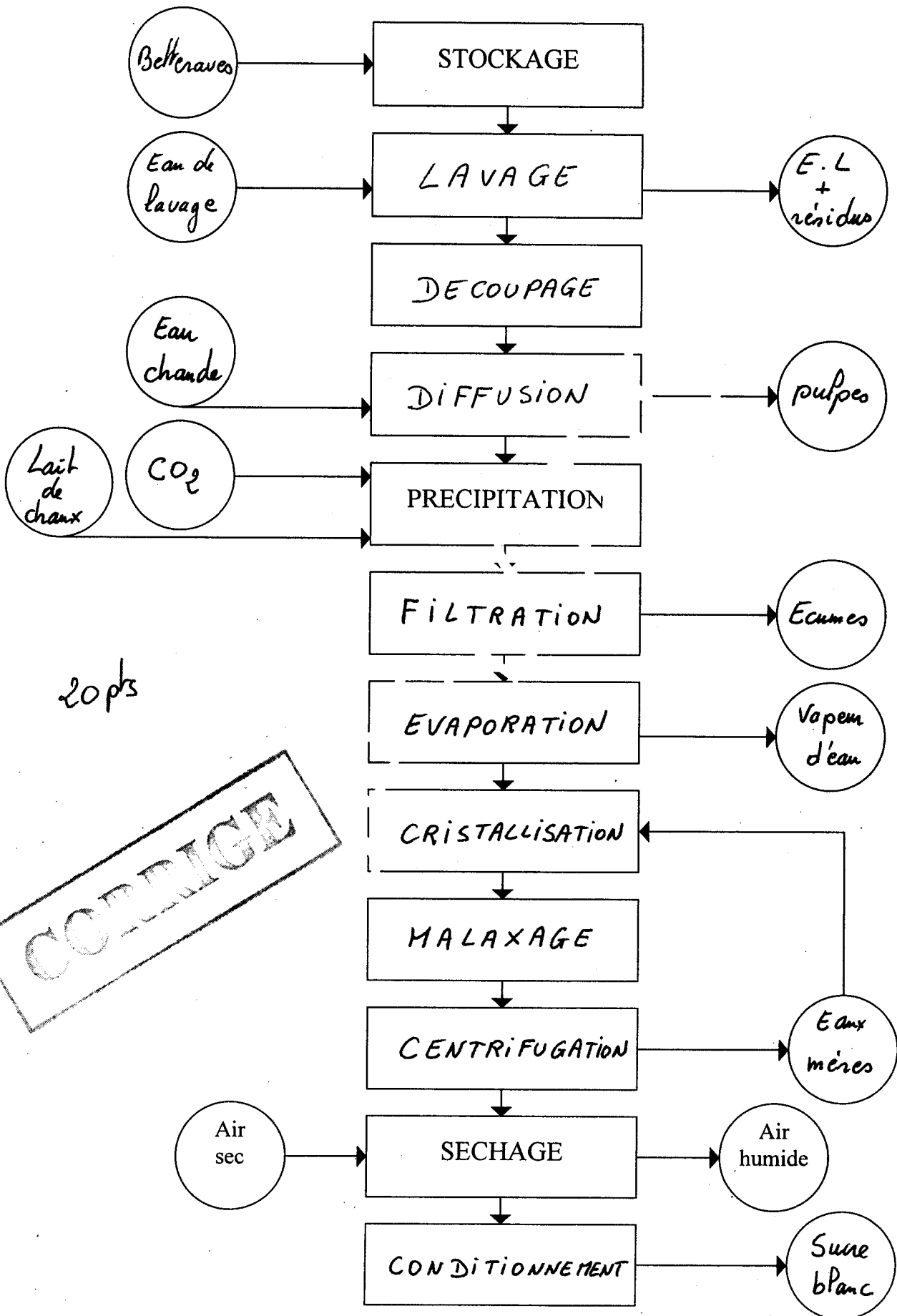
Durée : *3 heures*

Coefficient : *4*

1 - ETUDE DU SCHEMA DE PRINCIPE : (20 points)

A l'aide du descriptif du procédé d'extraction du sucre à partir de betteraves sucrières, compléter le schéma de principe :

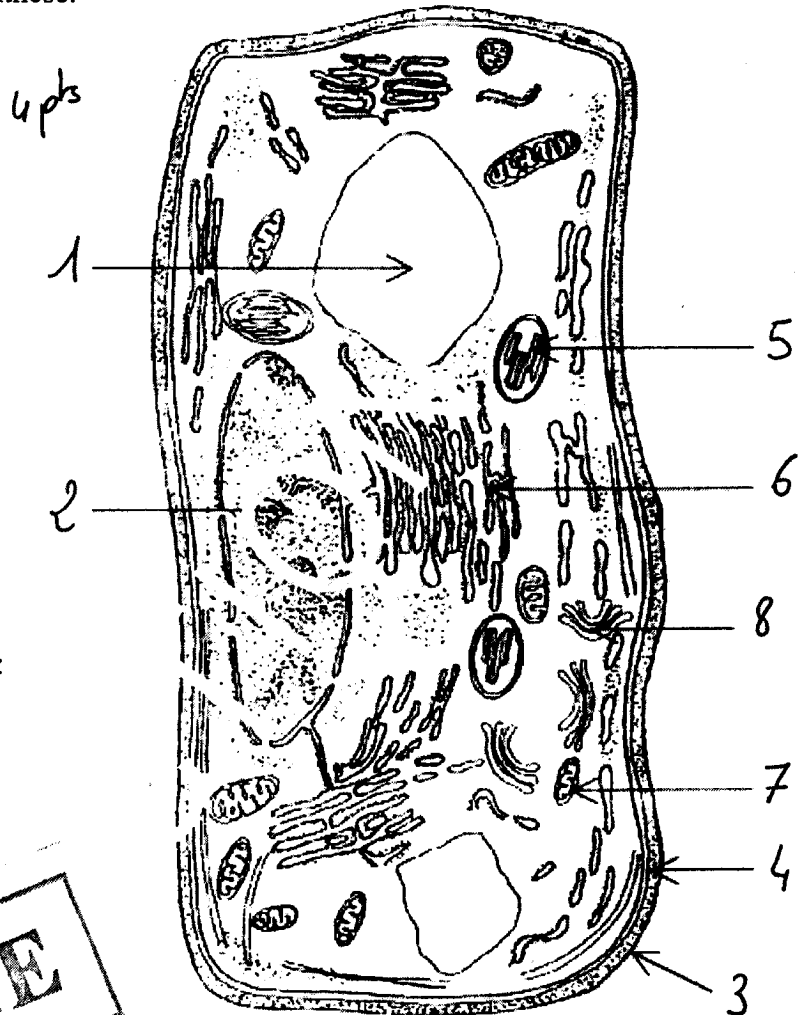
- **Indiquer** la nature des courants matières entrant et sortant
- **Nommer** les différentes opérations unitaires successives.



2 - ETUDE DE MATIERE D'ŒUVRE ET CONTROLE DE LA QUALITE : (12 points)

2-1) La betterave est constituée de cellules végétales comme celle représentée par le schéma ci-dessous. **Légendez** le schéma de cette cellule en remplaçant les numéros de chaque organe qui la compose. Citer l'organe où a lieu la photosynthèse.

Organite	n°
vacuole	1
noyau	2
paroi	3
membrane plasmique	4
chloroplaste	5
réticulum endoplasmique	6
mitochondrie	7
appareil de golgi	8



- Nom de l'organe où a lieu la photosynthèse :

1 pts
CHLOROPLASTE

CORRIGE

2-2) Au tout début du procédé, on prélève des échantillons de jus de betteraves afin de déterminer la teneur moyenne en sucre. Cette détermination s'effectue par réfractométrie.

Pour cela on réalise un étalonnage en relevant les valeurs en degrés Brix de solutions de sucre de concentrations connues. A chaque valeur de degré Brix correspond une teneur en sucre bien définie comme l'indiquent les résultats du tableau ci-dessous.

Teneur en sucre en g/L	Degré Brix
80	8
100	10
120	12
140	14
160	16
180	17
jus de betterave	15,5

2 pts

2-2-1) **Tracer** la courbe représentative des valeurs de degré Brix en fonction de la teneur en sucre sur la feuille de papier millimétré jointe au dossier. Le choix de l'échelle est laissé à l'initiative du candidat.

2-2-2) **Déterminer** à l'aide de la courbe précédente, la teneur en sucre d'un échantillon de jus de betterave de degré Brix égale à **15,5**. **Faire figurer** le point sur la courbe.

- Teneur en sucre de l'échantillon :

154 g/L

2 pts

2-2-3) Le sucre contenu dans la betterave est du saccharose. **Citer** la famille biochimique à laquelle appartient cette molécule.

1 pts

GLUCIDES

2-2-4) **Identifier**, dans la liste suivante, les 2 oses constituant la molécule de saccharose.

1 pts

GLUCOSE

LACTOSE

FRUCTOSE

AMILON

CELLULOSE

CORRIGE

3 - PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET PREVENTION DES RISQUES

PROFESSIONNELS : (7 points)

pts

3-1) **Donner** la liste des déchets produits dans le procédé. **Préciser** leur devenir.

- Eaux de lavages : recyclage après décantation, les excédents sont dépollués par aération puis stockés en lagunes.
- Les pulpes : utilisées pour l'alimentation animale.
- L'écume : " en agriculture.

3-2) En vous aidant de la fiche produit de l'hydroxyde de calcium, jointe au dossier technique, **rechercher** les informations suivantes :

pts

- Masse molaire moléculaire : 74,09 g/mol - Densité à 20°C : 2,24 - N° de danger : 80

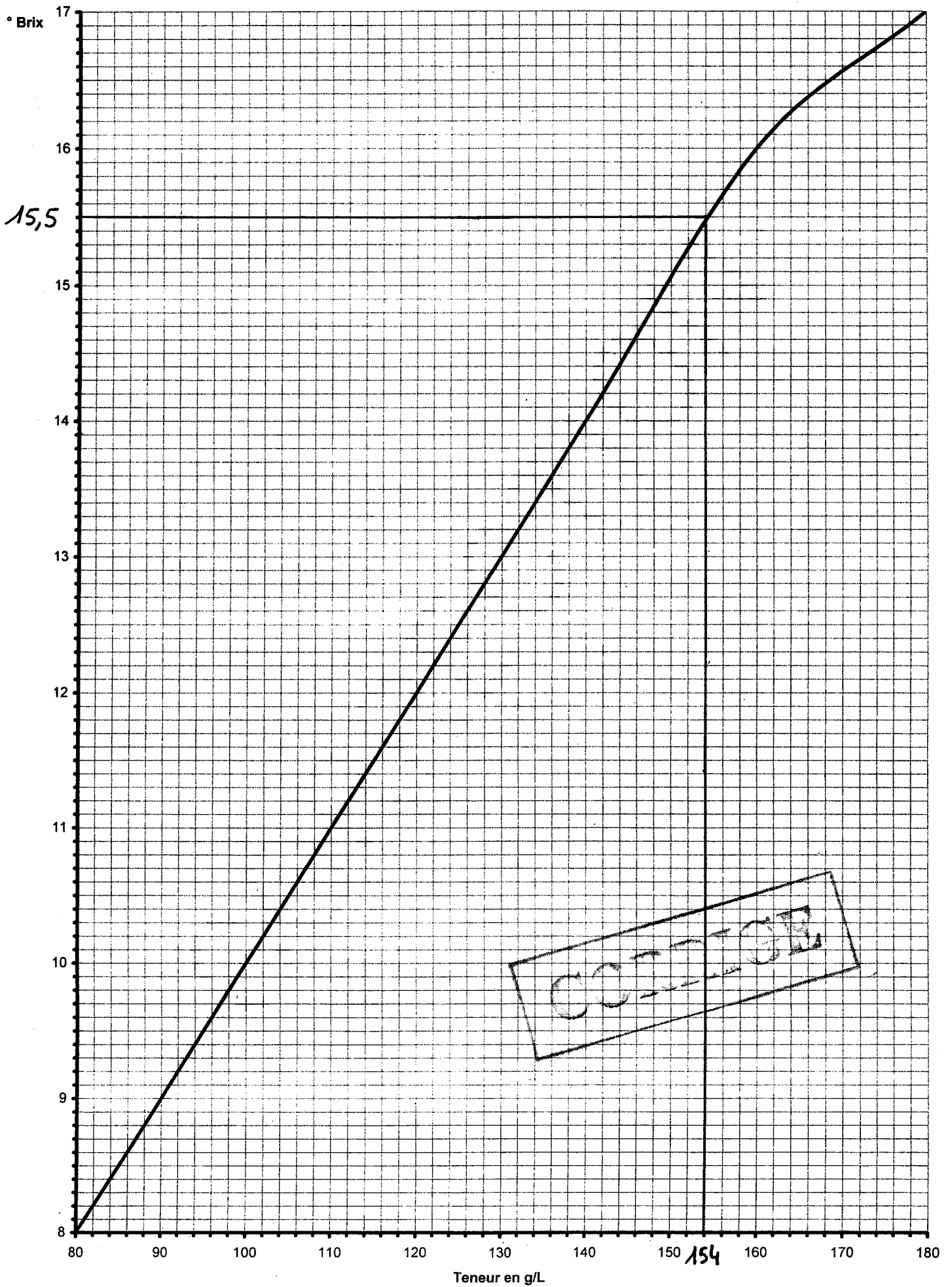
- **Citer** les risques liés à l'utilisation de ce produit.

- Irritations au contact des muqueuses, des yeux et de la peau
- Réactions violentes avec les acides forts.

- **Indiquer** les précautions à prendre en cas :

- de contact avec la peau : Laver à grande eau
- d'inhalation : Amener au grand air
- d'ingestion accidentelle : Boire beaucoup d'eau, recourir aux soins médicaux en cas de complications.

Teneur en sucre en fonction du °Brix



4 - ETUDE FONCTIONNELLE D'UNE OPERATION UNITAIRE : « L'ESSORAGE » (8 points)

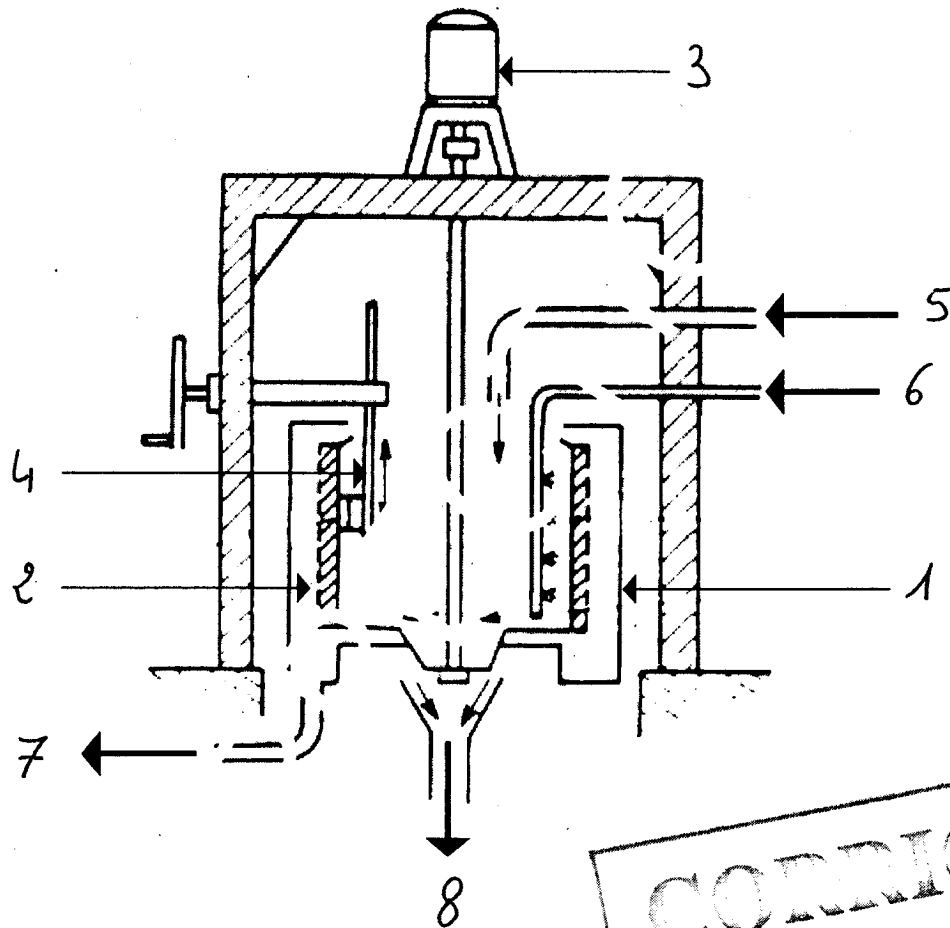
2 pts

1°) **Indiquer** un avantage de l'essorage centrifuge par rapport à la filtration par gravité :

L'utilisation de la force centrifuge permet d'opérer plus rapidement.

3°) **Légender** le schéma ci-dessous représentant uneessoreuse discontinue à panier suspendu en replaçant les numéros des courants matières entrant et sortant ainsi que des éléments mécaniques.

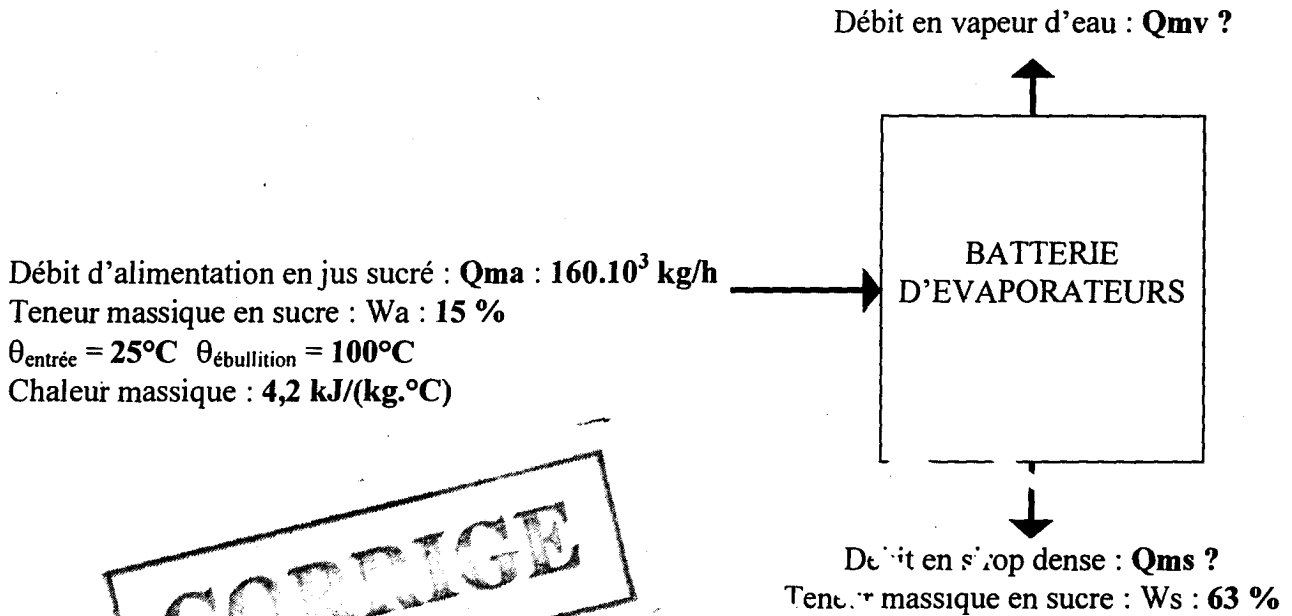
6 pts



Nomenclature	n°
Cuve ou manteau	1
Panier perforé	2
Moteur	3
Couteau racleur	4
Arrivée de la bouillie	5
Arrivée de l'eau de lavage	6
Sortie des eaux-mères	7
Sortie du solide	8

5 - BILAN MATIERE ET ENERGETIQUE SUR L'EVAPORATION : (8 points)

Le jus sucré provenant de la diffusion est concentré par évaporation dans une batterie d'évaporateurs.



CORRIGE

5-1) Calculer le débit massique horaire du sirop dense et celui de la vapeur d'eau.

4 pts

$$0,15 \times 160 \cdot 10^3 = Q_{ms} \times 0,63$$

$$Q_{ms} = \frac{0,15 \times 160}{0,63} = 38,09 \cdot 10^3 \text{ kg/h}$$

$$Q_{mv} = 160 \cdot 10^3 - 38,09 \cdot 10^3 = 121,91 \cdot 10^3 \text{ kg/h}$$

5-2) Calculer la quantité de chaleur horaire à fournir à la solution d'alimentation pour l'amener à ébullition.

2 pts

$$\Phi = 160 \cdot 10^3 \times 4,2 \times (100 - 25) = 5,04 \cdot 10^7 \text{ kJ/h}$$

5-3) Le rendement de l'échange thermique est de 0,8. Calculer la quantité de chaleur horaire que doit fournir le fluide de chauffage pour permettre l'ébullition de la solution précédente.

2 pts

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{reçue}}}{\Phi_{\text{cédée}}} \Leftrightarrow \Phi_{\text{cédée}} = \frac{5,04 \cdot 10^7}{0,8} = 6,3 \cdot 10^7 \text{ kJ/h}$$

Formule :

$$\Phi = Q_m \times c \times \Delta\theta$$

Φ : quantité de chaleur en kJ/h

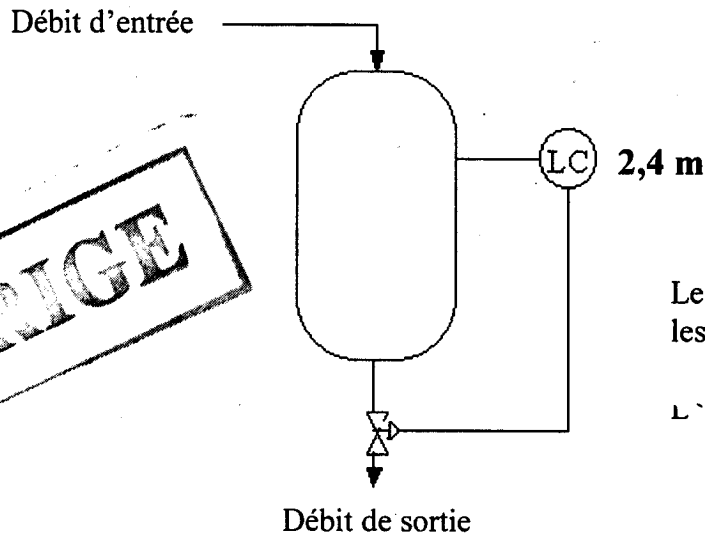
Q_m : débit massique en kg/h

c : chaleur massique en kJ/(kg.°C)

$\Delta\theta$: écart de température en °C

6 - REGULATION ET INSTRUMENTATION : (6 points)

6-1) Etude d'une régulation de niveau sur le réservoir de stockage du lait de chaux . **Compléter** le tableau.



CORRIGE

5 pts

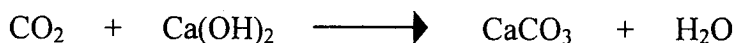
Valeur de la mesure	2,4 m	Grandeur mesurée	Niveau
Valeur de la consigne	2,5 m	Grandeur réglante	Débit de sortie
Valeur de l'écart	-0,1 m	Grandeur perturbatrice	débit d'entrée

6-2) Si le niveau est supérieur à la valeur souhaitée, **indiquer** l'action du régulateur sur la vanne.

1 pts Il permet l'ouverture de la vanne

7 - BILAN MATIERE SUR L'ÉPIURATION : (5 points)

Le jus sucré obtenu après la diffusion doit être débarrassé des impuretés qu'il contient. L'opération s'effectue par addition dans le jus sucré de lait de chaux (Ca(OH)_2) et de dioxyde de carbone (CO_2) provoquant la formation d'un précipité insoluble de carbonate de calcium (CaCO_3) dont le rôle est d'entraîner les impuretés. L'équation bilan est la suivante :



L'opération nécessite la production de **5000 kg/h** de CaCO_3 . **Calculer** le débit massique horaire d'hydroxyde de calcium (Ca(OH)_2) nécessaire pour cette opération.

Données : masses molaires atomiques en g/mol Ca : 40 C : 12 O : 16 H : 1

5 pts $M_{Ca(OH)_2} = 74 \text{ g/mol}$ $M_{CaCO_3} = 100 \text{ g/mol}$

$$m_{CaCO_3} = m_{Ca(OH)_2} = \frac{5 \cdot 10^6}{100} \text{ moles}$$

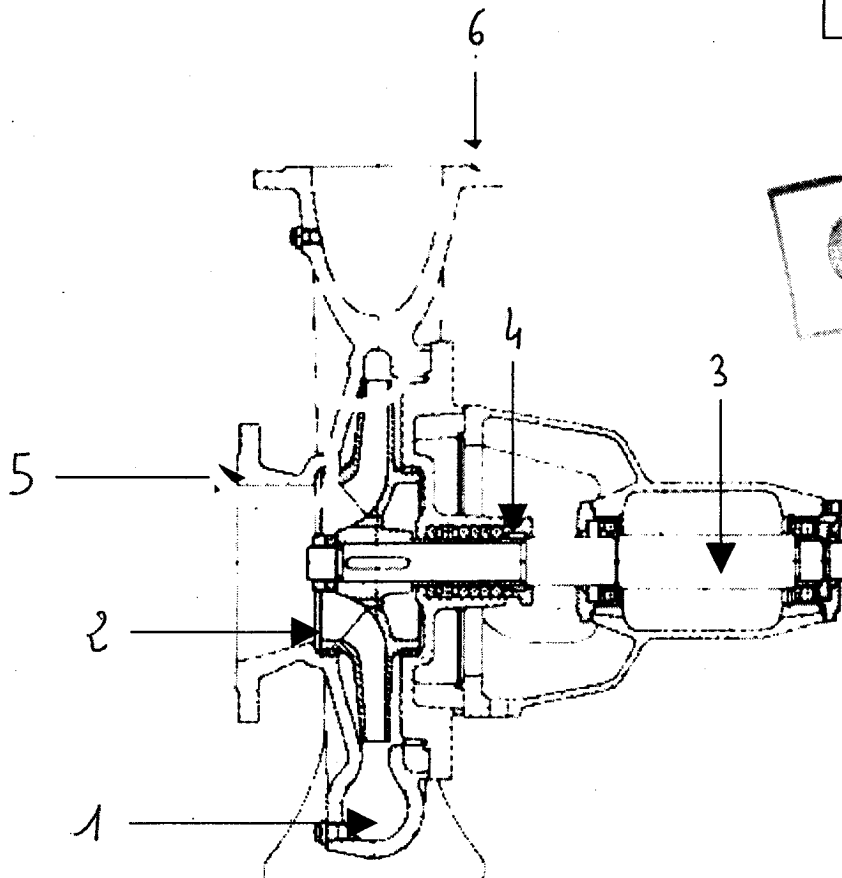
$$Q_m Ca(OH)_2 = \frac{5 \cdot 10^6}{100} \times 74 = 3,7 \cdot 10^6 \text{ g/h soit } 3700 \text{ kg/h}$$

8 - MAINTENANCE : « Etude d'une pompe centrifuge montée en charge. » (10 points)

8-1) **Légender** le schéma ci-dessous représentant une pom. ce centri ùge en remplaçant les numéros du tableau de nomenclature

Nomenclature	n°
Volute (stator)	1
Roue à aube (rotor)	2
Arbre de rotation	3
Presse-étoupe	4
Bride d'aspiration	5
Bride de refoulement	6

3 pts



CORRIGE

8-2) Le phénomène de cavitation est préjudiciable au bon fonctionnement de la pompe. Cocher pour chaque exemple l'installation qui risquera le moins de caviter.

- Exemple n°1 : Niveau du liquide dans le réservoir d'aspiration.

2,5 m

1,8 m

3,0 m

- Exemple n°2 : Pression dans le réservoir d'alimentation.

2,0 bar

1,0 bar

0,5 bar

- Exemple n°3 : Débit de refoulement.

25 m³/h

50 m³/h

10 m³/h

- Exemple n°4 : Tension de vapeur du liquide à 20°C

0,02 bar

0,01 bar

0,15 bar

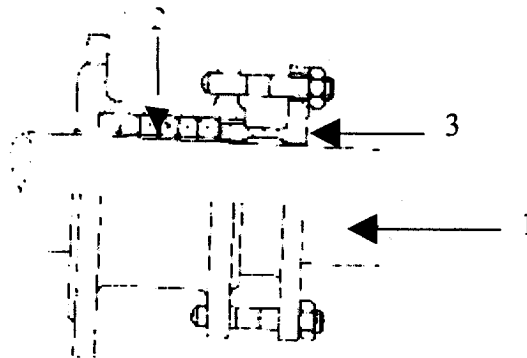
CORRIGE

8-3) L'étanchéité de l'arbre de rotation est assurée par un presse-étoupe identique à celui schématisé ci-dessous.

1 - arbre de rotation

2 - garniture d'étanchéité

3 - anneau presseur ou fouloir



8-3-1) Dans ce système, citer la pièce d'usure à vérifier régulièrement.

1 pts
La garniture d'étanchéité

8-3-2) Citer un autre exemple de système d'étanchéité d'arbre de rotation :

2 pts
La garniture mécanique ou entraînement magnétique avec rotor noyé.