

De l'eau, de l'orge, du houblon

...

au liquide ambré : la BIÈRE

**DOSSIER
CORRIGE**

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

Ce dossier comporte 15 pages.

<small>Examen et spécialité</small> BEP Métiers des Industries Chimiques, des Bio-Industries et du Traitement de l'Eau	
<small>Intitulé de l'épreuve</small> EP1 : Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou de traitement	Session 2004
C O R R I G E	
<small>N° de page sur total</small> 1 / 15	

BAREME DE CORRECTION

1. ETUDE DU SCHEMA DE PRINCIPE (13 points)	2
2. BILAN MATIERE (12 points)	3
2.1 2 points.....	3
2.2.....	4
2.2.1 3 points.....	4
2.2.2 2 points.....	4
2.3.....	5
2.3.1 2 points.....	5
2.3.2 3 points.....	5
3. BILANS ÉNERGÉTIQUES (8 points)	6
3.1.....	6
3.1.1 1 point.....	6
3.1.2 1 point.....	6
3.1.3 1 point.....	6
3.1.4 2 point.....	7
3.2.....	7
3.2.1 2 points.....	7
3.2.2 1 point.....	7
4. ETUDE DU CONCASSEUR (4 points)	8
5. REGULATION ET INSTRUMENTATION (5 points)	9
6. ETUDE DU FILTRE-PRESSE (7 points)	10
6.1 3 points.....	10
6.2 2 points.....	10
6.3 2 points.....	11
7. SUIVI DE LA FERMENTATION (8 points)	11
7.1 4 points.....	12
7.2 3,5 points.....	12
7.3 0,5 point.....	12
8. ETUDE DU PRODUIT FINI : LA BIÈRE (6 points)	13
8.1 2 points.....	13
8.2 1 point.....	13
8.3 2 points.....	13
8.4 1 point.....	13
9. PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS (7 points)	14
9.1 3 points.....	14
9.2 2 points.....	14
9.3 2 points.....	14
10. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (8 points)	15
10.1 6 points.....	15
10.2 1 point.....	15
10.3 1 point.....	15
PRESENTATION (2 points)	15

1. ETUDE DU SCHEMA DE PRINCIPE

(13 POINTS)

Compléter le schéma de principe de la fabrication à l'aide des pages 2, 3, 4, 6 du dossier ressources.

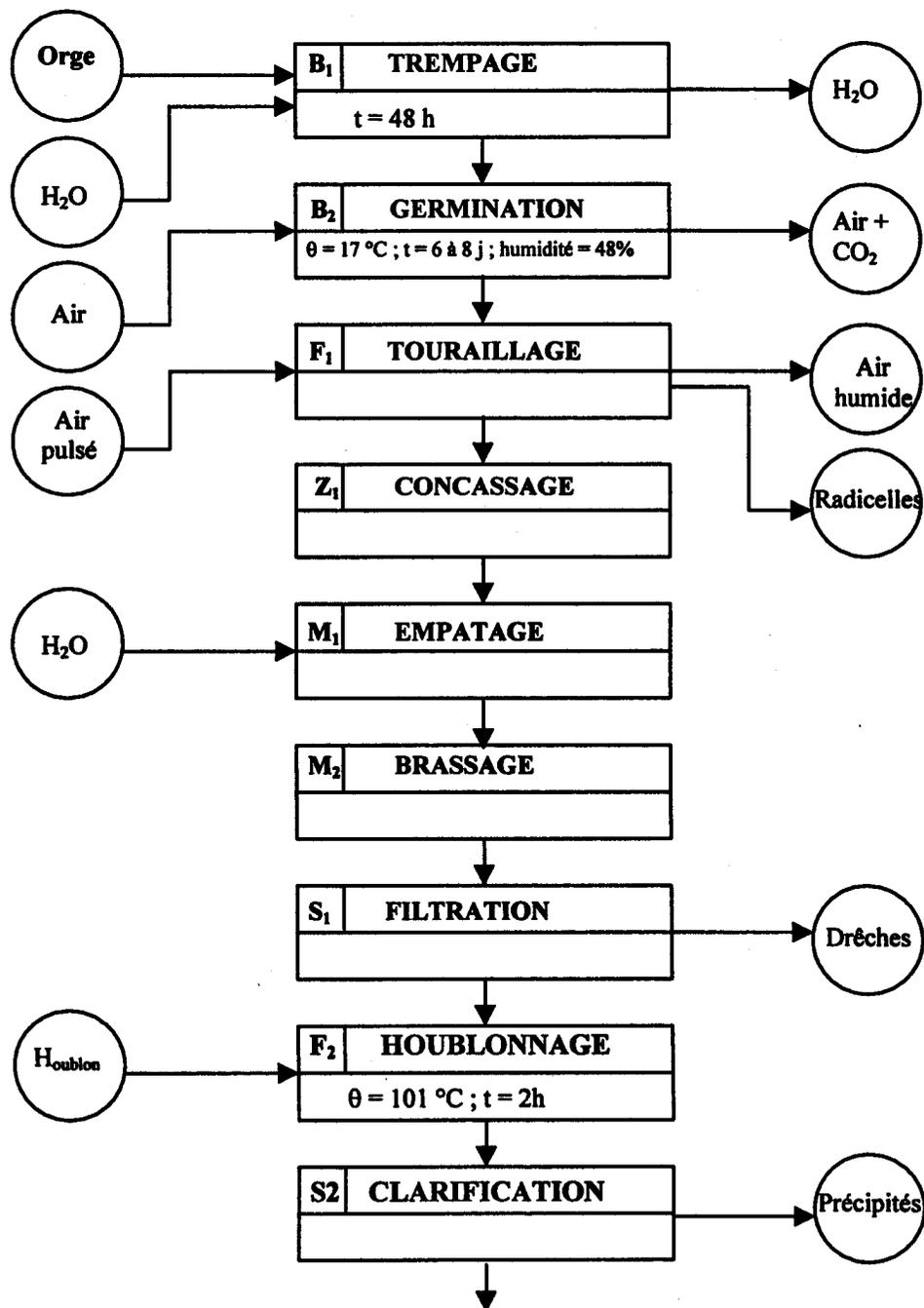
Vous devrez faire apparaître :

- le nom des différentes opérations unitaires et les conditions opératoires
- la lettre repère relative à chaque opération unitaire
- les réactifs entrants et les produits sortants du procédé

0,5 point par Opération

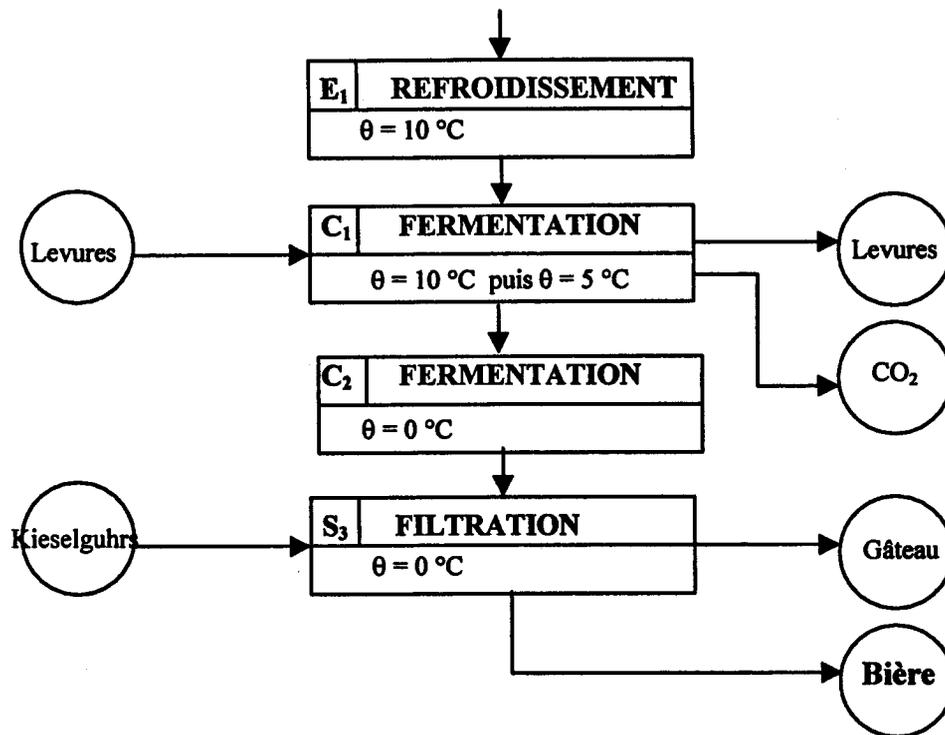
0,5 point par Conditions Opératoires

0,25 point par Réactif / Produit



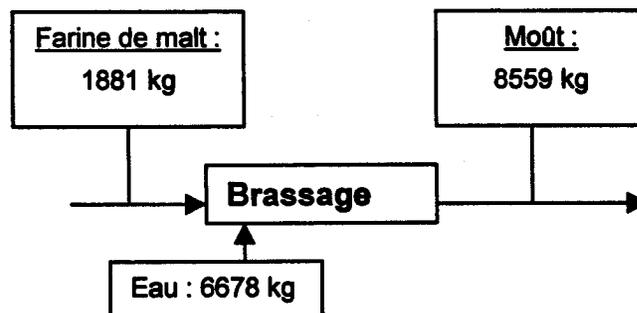
Suite du Schéma de Principe en Page Suivante

Suite du Schéma de Principe



2. BILAN MATIERE : (12 POINTS)

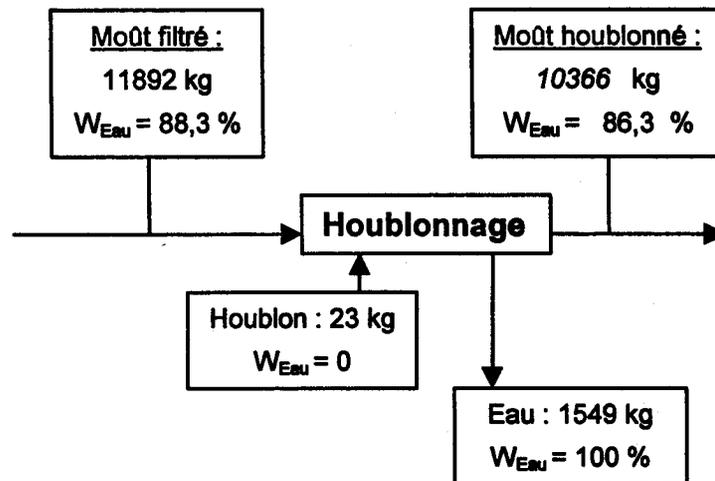
2.1. Bilan matière sur le brassage :



Calculer le pourcentage massique de farine de malt dans le moût.

$$W_{\text{farine}\%} = \frac{m_{\text{farine}}}{m_{\text{moût}}} \times 100 = \frac{1881}{8559} \times 100 = 22,0\% \quad (2 \text{ points})$$

2.2. Bilan matière sur le houblonnage :



2.2.1. Le houblonnage à lieu dans une chaudière. On évapore 14,75 % de l'eau contenue dans la chaudière. Vérifier par le calcul qu'il faut évaporer 1549 kg d'eau.

$$m_{\text{eau/moût filtré}} = W_{\text{eau/moût filtré}} \times m_{\text{moût filtré}} = 0,883 \times 11892 = 10500 \text{ kg}$$

$$m_{\text{eau/houblon}} = W_{\text{eau/houblon}} \times m_{\text{houblon}} = 0 \times 23 = 0 \text{ kg}$$

$$m_{\text{eau/chaudière}} = m_{\text{eau/moût filtré}} + m_{\text{eau/houblon}} = 10500 + 0 = 10500 \text{ kg}$$

$$m_{\text{eau à évaporer}} = 0,1475 \times m_{\text{eau/chaudière}} = 0,1475 \times 10500 = 1549 \text{ kg} \quad (3 \text{ points})$$

2.2.2. Calculer la masse de moût houblonné.

Bilan massique global : Σ masses entrantes = Σ masses sortantes

$$m_{\text{moût filtré}} + m_{\text{houblon}} = m_{\text{eau évaporée}} + m_{\text{moût houblonné}}$$

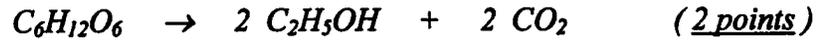
$$m_{\text{moût houblonné}} = m_{\text{moût filtré}} + m_{\text{houblon}} - m_{\text{eau évaporée}}$$

$$m_{\text{moût houblonné}} = 11892 + 23 - 1549 = 10366 \text{ kg} \quad (2 \text{ points})$$

2.3. Bilan matière sur la fermentation :

2.3.1. Lors de la fermentation, une réaction transforme les sucres fermentescibles ($C_6H_{12}O_6$) en alcool (C_2H_5OH) et en dioxyde de carbone (CO_2).

Écrire et équilibrer l'équation de réaction de la fermentation.



2.3.2. La fermentation produit 478 kg de dioxyde de carbone.

Calculer la masse d'alcool produit par la réaction.

Données : Masses molaires

$$M(C) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

$$M(H) = 1 \text{ g/mol}$$

$$2 n_{C_2H_5OH} = 2 n_{CO_2} \quad \Rightarrow \quad n_{C_2H_5OH} = n_{CO_2}$$

$$M_{CO_2} = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ g.mol}$$

$$M_{C_2H_5OH} = 2 \times 12 + 16 + 6 \times 1 = 46 \text{ g.mol}$$

$$n_{CO_2} = m_{CO_2} / M_{CO_2} = 478.10^3 / 44 = 10864 \text{ mol}$$

$$n_{C_2H_5OH} = n_{CO_2} = 10864 \text{ mol}$$

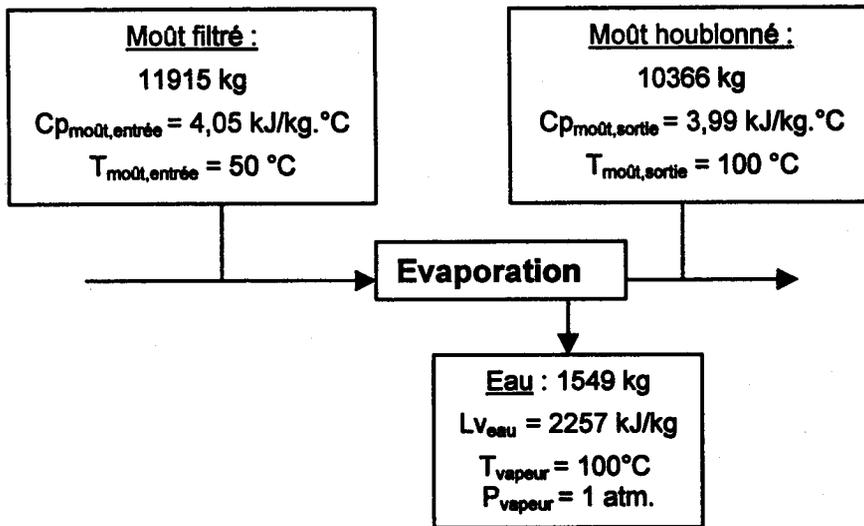
$$m_{C_2H_5OH} = n_{C_2H_5OH} \times M_{C_2H_5OH} = 10864 \times 46 = 5,00.10^5 \text{ g}$$

$$m_{C_2H_5OH} = 500 \text{ kg} \quad (3 \text{ points})$$

3. BILANS ENERGETIQUES :

(8 POINTS)

3.1. Bilan énergétique sur la chaudière :



Données : Equations d'énergie

↪ Variation de température : $Q = m \cdot C_p \cdot (T_{finale} - T_{initiale})$

↪ Changement d'état : $Q = m \cdot L_v$

3.1.1. Calculer l'énergie nécessaire pour porter le moût filtré à ébullition.

$$Q_{augmentation\ de\ température} = m_{moût\ filtré} \times C_{p_{moût\ filtré}} \times (T_{vapeur} - T_{moût,entrée})$$

$$Q_{augmentation\ de\ température} = 11915 \times 4,05 \times (100 - 50) = 2,41 \cdot 10^6 \text{ kJ} \quad (\underline{1\ point})$$

3.1.2. Calculer l'énergie nécessaire pour évaporer l'eau.

$$Q_{évaporation\ de\ l'eau} = m_{eau\ évaporée} \times L_{v_{eau}} = 1549 \times 2257 = 3,50 \cdot 10^6 \text{ kJ} \quad (\underline{1\ point})$$

3.1.3. En déduire l'énergie nécessaire pour effectuer l'étape d'évaporation.

$$Q = Q_{augmentation\ de\ température} + Q_{évaporation\ de\ l'eau} = 2,41 \cdot 10^6 + 3,50 \cdot 10^6$$

$$Q = 5,91 \cdot 10^6 \text{ kJ} \quad (\underline{1\ point})$$

3.1.4. énergétique de la chaudière est de 90 %, calculer l'énergie qu'elle doit libérer.

$$\eta \% = \frac{Q_{\text{absorbée}}}{Q_{\text{libérée}}} \times 100 \Rightarrow Q_{\text{libérée}} = \frac{Q_{\text{absorbée}}}{\eta \%} \times 100$$

$$Q_{\text{libérée}} = 5,91 \cdot 10^6 \times 100 / 90 = 6,57 \cdot 10^6 \text{ kJ} \quad (\underline{2 \text{ points}})$$

3.2. Dimensionnement de l'échangeur à plaques :

3.2.1. La surface d'échange nécessaire dans le dimensionnement de l'échangeur est de 5,19 m². Nous disposons de deux échangeurs s'appelant PW 17 et PW 35, et dont certaines caractéristiques sont données dans le tableau ci-dessous :

Nom	Surface d'échange par plaque	Nombre de plaques minimum	Nombre de plaques maximum
PW17	0,17 m ²	15	90
PW35	0,35 m ²	20	120

Calculer le nombre de plaques nécessaires pour chaque échangeur.

$$n_{\text{plaques pour PW17}} = \frac{\text{Surface totale d'échange}}{\text{Surface d'échange par plaque}}$$

$$n_{\text{plaques pour PW17}} = 5,19 / 0,17 = 30,5 \Rightarrow n_{\text{plaques pour PW17}} = 31 \text{ plaques} \quad (\underline{1 \text{ point}})$$

$$n_{\text{plaques pour PW35}} = \frac{\text{Surface totale d'échange}}{\text{Surface d'échange par plaque}}$$

$$n_{\text{plaques pour PW35}} = 5,19 / 0,35 = 14,8 \Rightarrow n_{\text{plaques pour PW35}} = 15 \text{ plaques} \quad (\underline{1 \text{ point}})$$

3.2.2. Indiquer l'échangeur qui vous paraît le mieux adapté et justifier votre choix.

L'échangeur PW35 ne devant fonctionner qu'avec un minimum de 20 plaques alors que notre dimensionnement donne un nombre de 15 plaques, il vaut mieux choisir l'échangeur PW17 pour lequel nous sommes dans le bon intervalle de nombre de plaques préconisé.

(1 point)

4. ETUDE DU CONCASSEUR :

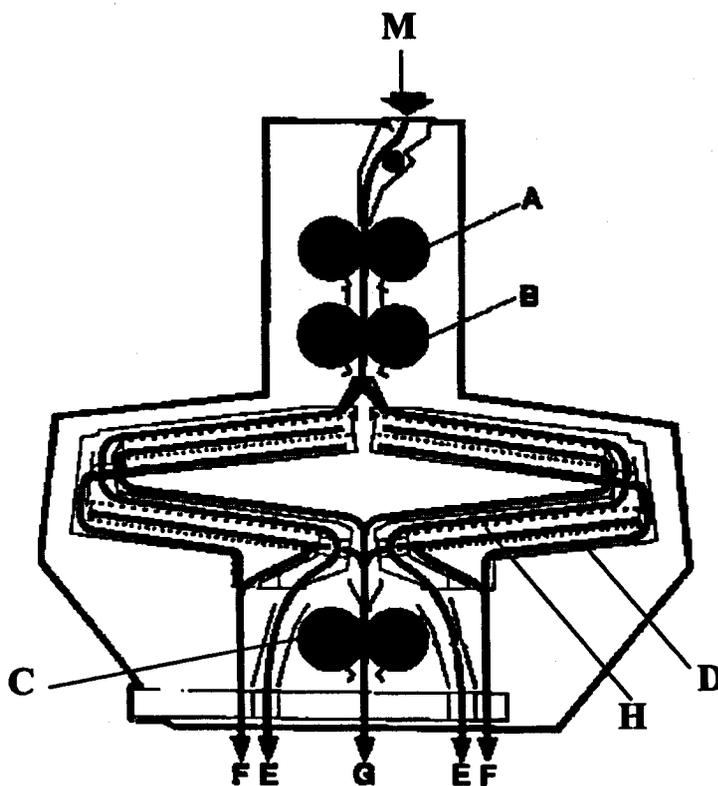
(4 POINTS)

Etapes	Description
1 ^{ers} cylindres	Préconcassage du malt
2 ^{èmes} cylindres	Concassage du malt
Tamisage	Séparation des écorces, des gruaux et de la farine (Les écorces étant plus grosses que les gruaux, eux-même plus gros que la farine)
3 ^{èmes} cylindres	Concassage des gruaux

Désigner, pour chaque élément de la liste ci-dessous, la lettre repère correspondante sur le schéma.

Nom	Lettre repère
Entrée du malt	<i>M</i>
Cylindres de préconcassage	<i>A</i>
Cylindres d'écorces	<i>B</i>
Cylindres de gruaux	<i>C</i>
Bâti de tamis	<i>D</i>
Garniture de tamis	<i>H</i>
Farine	<i>F</i>
Ecorces	<i>E</i>
Gruaux	<i>G</i>

(0,5 point par Case)



Moulin Bühler MALTOMAT type DBZE

5. REGULATION ET INSTRUMENTATION

(5 POINTS)

☞ *Schéma de la régulation, se référer au dossier ressource page 5.*

➤ Opération unitaire étudiée : Filtration avant le conditionnement.

➤ Descriptif : Cette opération se fait sur filtre- presse. Afin d'éviter le colmatage des plaques et dans le but d'optimiser la filtration, le brasseur utilise un adjuvant « le kieselguhr ».

Les paramètres de surveillance du filtre-presse sont les suivants :

- La température : Afin que les impuretés soient correctement éliminées pendant la filtration, la bière doit être refroidie à 0 °C en passant à travers un circuit de refroidissement rempli d'ammoniac (NH₃). (☞ boucle 1)
- la turbidité : On mesure le degré de limpidité de la bière. Cette mesure est importante car elle indique la charge du filtre et la limpidité du produit fini : la bière. (☞ boucle 2)

Etude des différentes boucles de régulation sur le filtre presse.

Compléter le tableau récapitulatif des boucles de régulation, ci-dessous.

☞ *Schéma de la régulation, se référer au dossier ressource*

Repère	Nature de la boucle	Grandeurs réglées	Grandeurs réglantes
1	Mesure de la température en entrée de filtre	Température de la bière trouble, en entrée filtre	Débit de NH ₃
2	Mesure de la turbidité de la bière	La limpidité de la bière	Le débit de suspension (eau + kieselghurs)

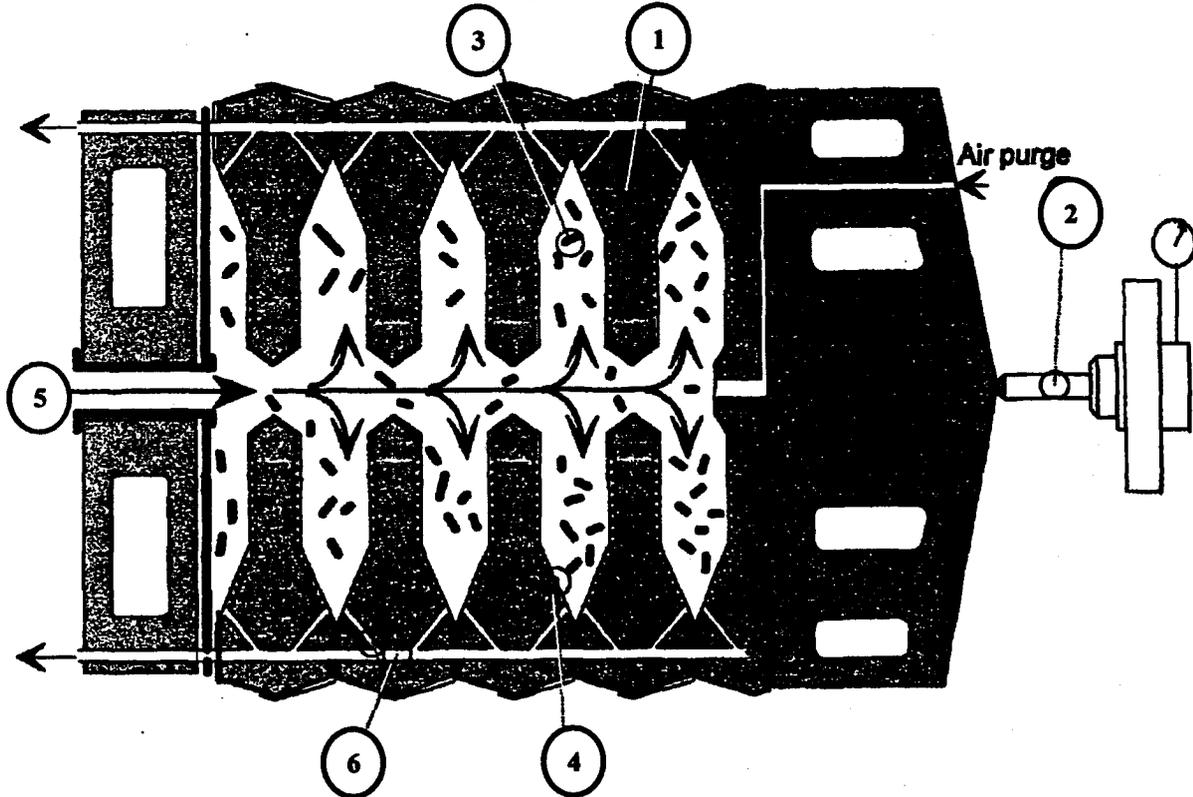
(1 point par Case)

6. ETUDE DU FILTRE-PRESSE (6 POINTS)

➤ Opération unitaire étudiée : Filtration avant le conditionnement.

6.1. **Légender** le schéma ci-dessous représentant un filtre presse en plaçant la lettre repère dans le tableau nomenclature.

FILTRE PRESSE : VUE EN COUPE



Nomenclature	Chiffre repère
Alimentation	5
Filtrat	6
Gâteau	3
Plateau	1
Toile filtrante	4
Vérin de serrage	2

(0,5 point par case)

6.2. Compléter le tableau de dysfonctionnement en utilisant les symboles suivant :

- ↗ augmentation
- ↘ diminution
- = Sans effet

(2 points)

Paramètre	Evolution constatée	
Colmatage des filtres	ΔP	↗
Maintient de la ΔP constante	Débit de filtrat	↘

6.3. Une augmentation importante de la ΔP est constatée. Citer deux causes de ce dysfonctionnement (colmatage).

- *Filtre presse rempli de gâteau.*
- *Colmatage des pores de la toile filtrante* (2 points)

7. SUIVI DE LA FERMENTATION

(8 POINTS)

La levure utilisée dans la fermentation est un champignon microscopique unicellulaire, qui se multiplie par bourgeonnement ou sporulation.

1^{ère} phase : REPRODUCTION

8 h après inoculation, la levure se reproduit. Elle consomme l'oxygène présent dans le moût.

2^{ème} phase : FERMENTATION

La levure transforme 80% des sucres fermentescibles du moût en dioxyde de carbone en alcool éthylique.



En abaissant la température à 0°C, les levures se regroupent en agglomérats puis flocculent en fond de cuve.

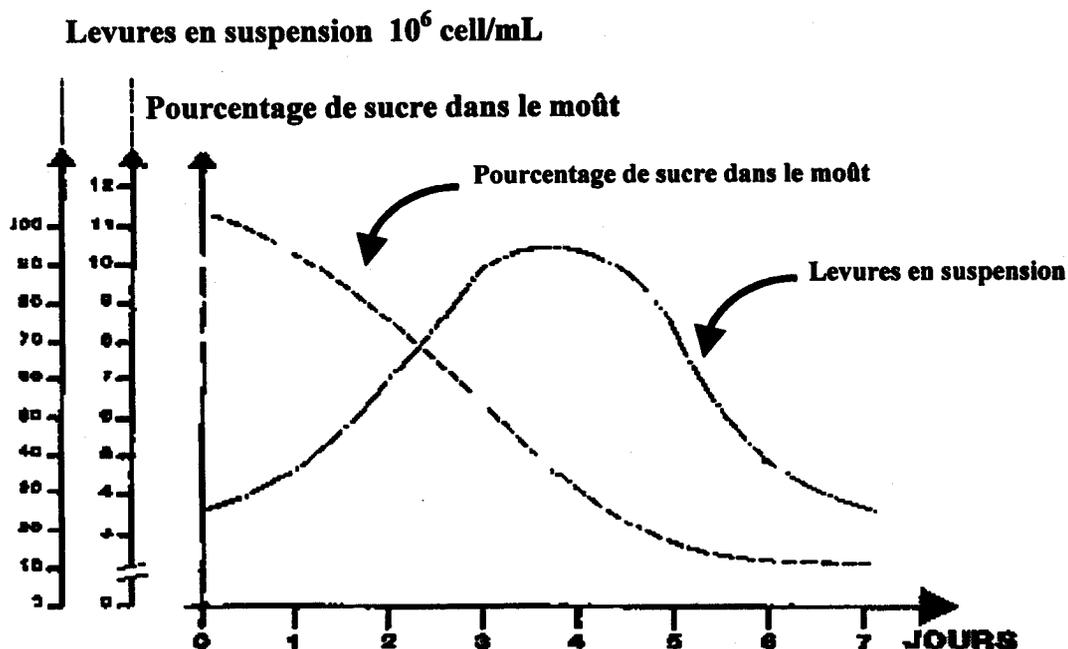


Diagramme de fermentation

7.1. Citer les différents types respiratoires adoptés par la levure durant les deux phases mentionnées précédemment. Justifier votre réponse.

	Type respiratoire adopté	Justification
1 ^{ère} phase	aérobique	Les levures ont besoin d'oxygène pour respirer et se reproduire.
2 ^{ème} phase	anaérobique	Les levures vivent sans oxygène.

(1 point par Case)

7.2. A partir du diagramme de fermentation, compléter le tableau afin d'aider le brasseur dans son suivi de la fermentation en utilisant les symboles suivant :

- ↗ augmentation
 ↘ diminution
 = Sans effet

	1 ^{ère} phase : Reproduction	2 ^{ème} phase : Fermentation	
		0 à 4 jours	5 à 8 jours
Levures	↗	↗	↘
Taux de sucre		↘	↘
Taux d'éthanol		↗	↗

(0,5 point par Case)

7.3. Au cours de la fermentation, la densité du moût va évoluer.

Données :

- Densité du moût avant fermentation : $d_{moût} = 1,04$
- Densité de l'eau : $d_{eau} = 1,00$
- Densité de l'éthanol : $d_{ethanol} = 0,789$

Entourer la bonne réponse.

Densité du moût durant la fermentation	↗ <input type="radio"/> ↘ <input checked="" type="radio"/>
---	--

(0,5 point)

8. ETUDE DU PRODUIT FINI : LA BIÈRE

(6 POINTS)

La bière est un produit ayant plusieurs qualités nutritives et physiologiques.
En effet, pour 100 g de bière on aura la composition suivante :

<u>Protéines</u> : 4 g	<u>Glucides</u> : 34/40 g	<u>Lipides</u> : 0 g	<u>Eau</u> : 90-93%	<u>Ethanol</u> : 3-7 %
<u>Vitamines B1</u> : 5µg	<u>Vitamines B2</u> : 300 µg	<u>Vitamine C</u> : 20 µg	<u>Vitamines B6</u> : 400 µg	
<u>Vitamines A</u> : 0	<u>Vitamine E</u> : 0	<u>Vitamines B3/PP/niacine</u> : 5µg		

8.1. La bière est un produit riche en vitamines. Définir le rôle général des vitamines .

Ce sont des molécules indispensables au bon fonctionnement de l'organisme humain.

(2 points)

8.2. Choisir parmi les 2 grands groupes de vitamines citées ci-dessous, celui auquel appartiennent la vitamine B et la vitamines C ?

les vitamines hydrosolubles

les vitamines liposolubles

(1 point)

8.3. Entourer, dans la liste suivante, les deux rôles physiologiques de la vitamine C :

synthèse des protéines

croissance et acuité visuelle

défense immunitaire

anti- oxydant

(2 points)

8.4. Citer le nom de l'organe du corps humain qui dégrade l'éthanol.

Le foie. (1 point)

9. PREVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS (7 POINTS)

☞ Fiche de données de sécurité « Lessive de soude 50 % » : se référer au dossier ressources, pages 7 et 8.

Pour des raisons évidentes d'hygiène l'installation doit être nettoyée.

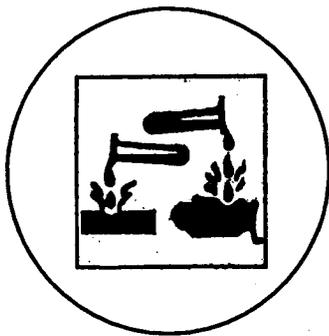
Dans un premier temps on va éliminer les impuretés. Pour cela on utilise un alcali de base :
la soude caustique.

La cuve de stockage de la soude à 50 % doit être vidangée, pour une intervention de maintenance sur la vanne de soutirage.

9.1. Lors de cette opération de vidange, cocher les équipements individuels de sécurité à porter :

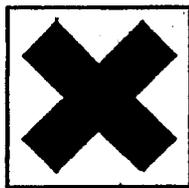
- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Lunettes | <input checked="" type="checkbox"/> Gants en PVC |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ecran facial | <input type="checkbox"/> Chaussures de sécurité |
| <input type="checkbox"/> Combinaison de coton | <input checked="" type="checkbox"/> Bottes (0,5 point par Croix) |
| <input type="checkbox"/> Gants en coton | <input checked="" type="checkbox"/> Vêtement imperméable |
| <input type="checkbox"/> Fontaine oculaire | <input checked="" type="checkbox"/> Tablier PVC |

9.2. Parmi les pictogrammes ci-dessous entourer le pictogramme à coller sur le bidon de stockage temporaire de lessive de soude et indiquer sa signification.



CORROSIF

(2 points)







9.3. La fiche de données de sécurité indique de prévoir un bac de rétention.
Définir son rôle.

- Recueillir un écoulement éventuel de produit.
- Eviter que le produit ne se déverse sur le sol et crée une pollution ou un accident.

(2 points)

10. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

(8 POINTS)

Les eaux de rejets sont essentiellement polluées par :

- de la soude lors des différents lavages (installations, bouteilles,...)
- autres résidus brassicoles, dus par exemple au nettoyage des locaux ou encore des matières en suspension (drèches , kieselguhrs, morceaux d'étiquettes,..).

Ces eaux sont envoyées en stations d'épuration pour y être traitées.

Cependant avant d'envoyer ces eaux résiduaires en station, l'entreprise doit respecter les normes qui lui sont imposées dans son arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation sur des paramètres tels que les MES, DBO₅, DCO.

10.1. Indiquer la signification des sigles . Définissez ces principaux paramètres.

➤MES : *Matière En Suspension.*

Ce paramètre caractérise les matières solides non dissoutes et en suspension dans les eaux usées. Elles sont mesurées en général par filtration ou centrifugation.

➤DBO₅ : *Demande Biochimique en Oxygène.*

Ce paramètre caractérise la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'effluent par les micros organismes qui consomment l'oxygène, dans les conditions d'essai (incubation à 20° à l'obscurité pendant 5 jours)

➤DCO : *Demande Chimique en Oxygène.*

Ce paramètre caractérise la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières organiques et des matières minérales contenues dans l'eau.

(2 points par Sigle)

10.2. L'entreprise produit également des déchets d'emballage tels que le verre, le carton, l'acier, le plastique. Cocher dans la liste, ci-dessous, la nature de ces déchets.

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Déchets industriels spéciaux | <input type="checkbox"/> Déchets de type compost |
| <input checked="" type="checkbox"/> Déchets revalorisables | <input type="checkbox"/> Déchets inertes |

(1 point)

10.3. Le site est certifié ISO 14001. Nommer le domaine concerné par ce système de management.

Cette norme caractérise un système de management environnemental **(1 point)**

PRESENTATION

(2 POINTS)

BEP MICBTE	Année 2003 - 2004	Epreuve EP1	Page 15 / 15
------------	-------------------	-------------	--------------