

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

...

*au liquide ambré : la BIÈRE*

## **DOSSIER REPONSE**

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

*Deux points seront consacrés à la présentation du dossier.*

Schéma principe	Bilan matière	Bilan énergétique	Etude concasseur	Régulation Instrumentation	Etude filtre presse
/ 13	/ 12	/ 8	/ 4	/ 5	/ 7
Suivi fermentation	Etude produit fini : bière	Prévention risques professionnels	Protection de l'environnement	Présentation	<b>TOTAL</b>
/ 8	/ 6	/ 7	/ 8	/ 2	/ 80
Total sur 20 points arrondi au $\frac{1}{2}$ point supérieur					/ 20

*Ce dossier comporte 15 pages.*

Examen et spécialité					
BEP Métiers des Industries Chimiques, des Bio-Industries et du Traitement de l'Eau					
Intitulé de l'épreuve					
EP1 : Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou de traitement				Session 2004	
Type	Facultatif : date et heure	Durée	Coefficient	N° de page sur total	
SUJET	Judi 10 juin 2004 de 9 h 00 à 12 h 00	3 H	4	1/ 15	

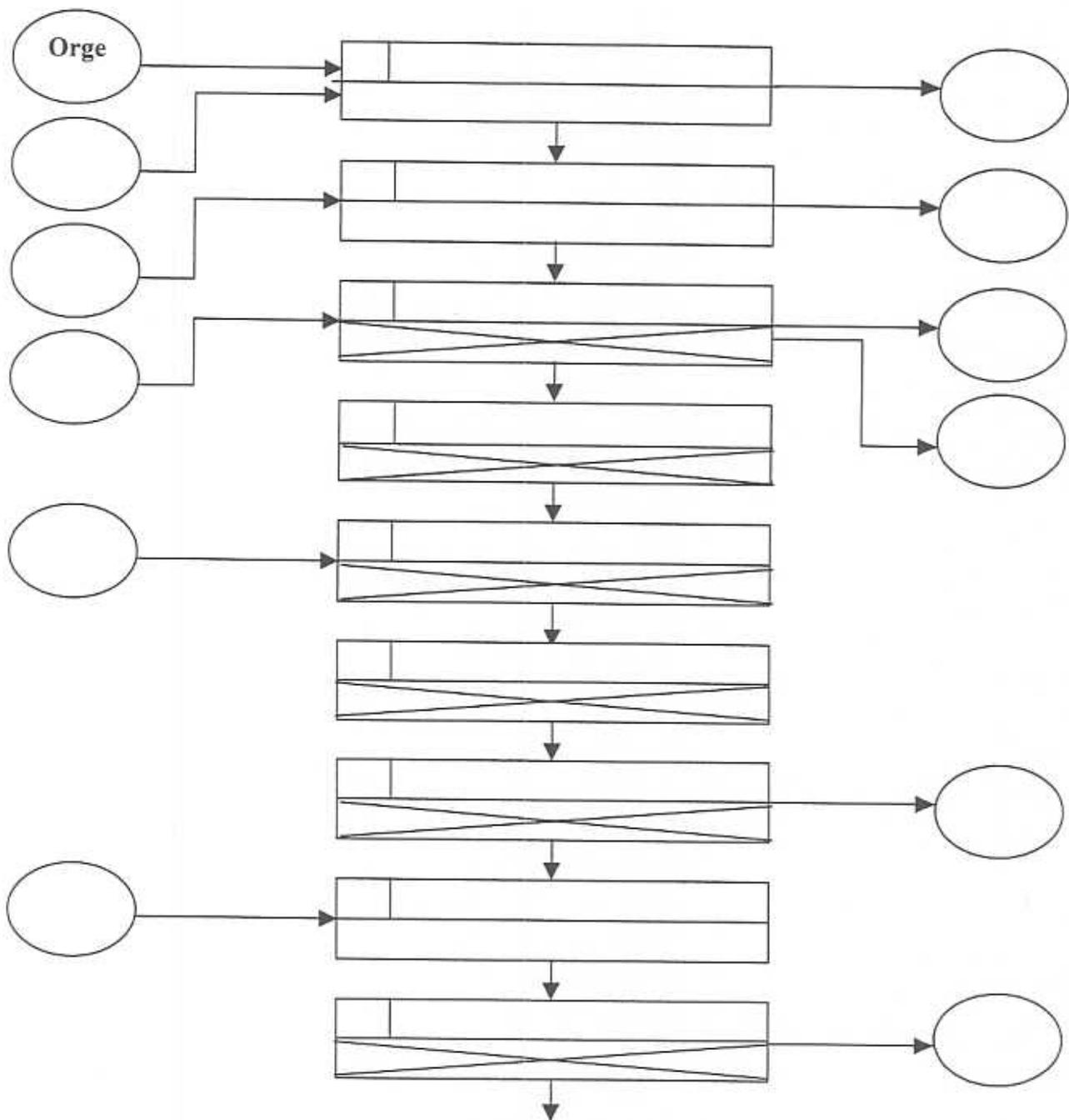
# 1. ETUDE DU SCHEMA DE PRINCIPE

(13 POINTS)

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

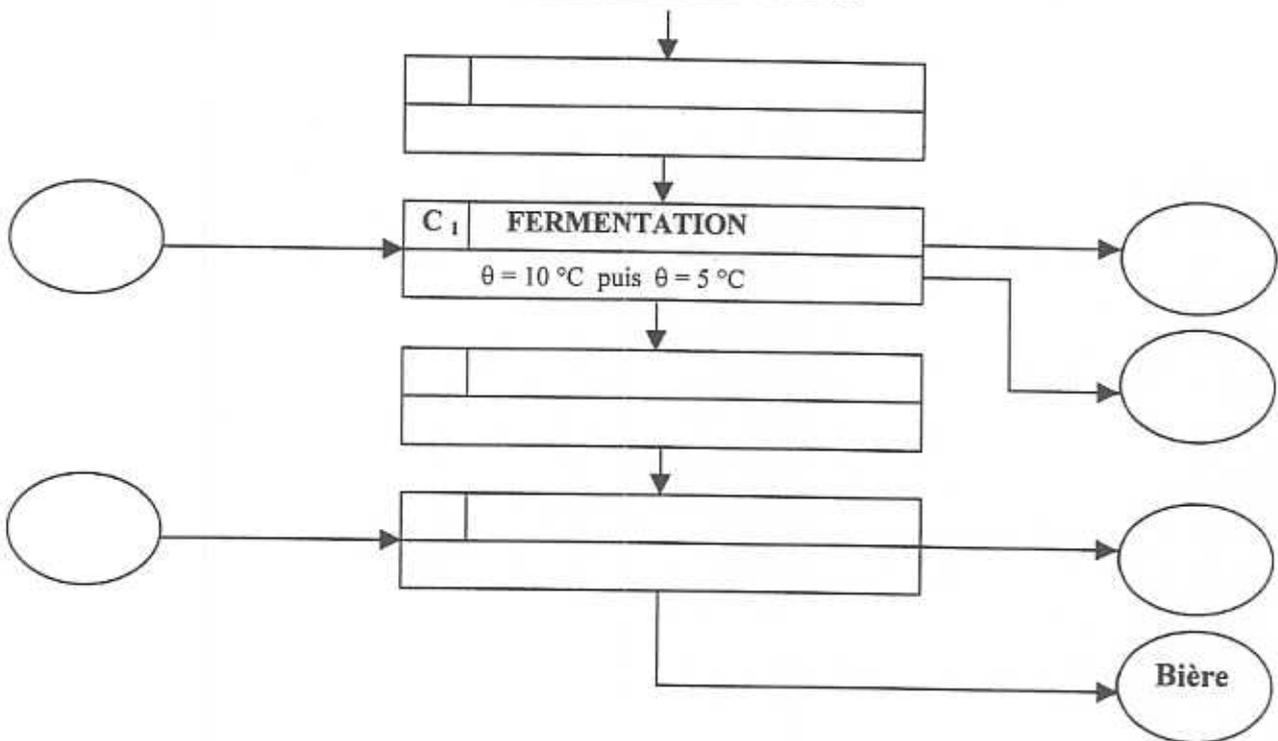
Vous devrez faire apparaître :

- 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



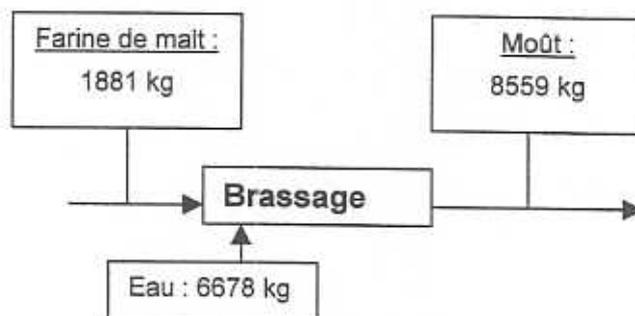
Suite du Schéma de Principe en Page Suivante

**Suite du Schéma de Principe**



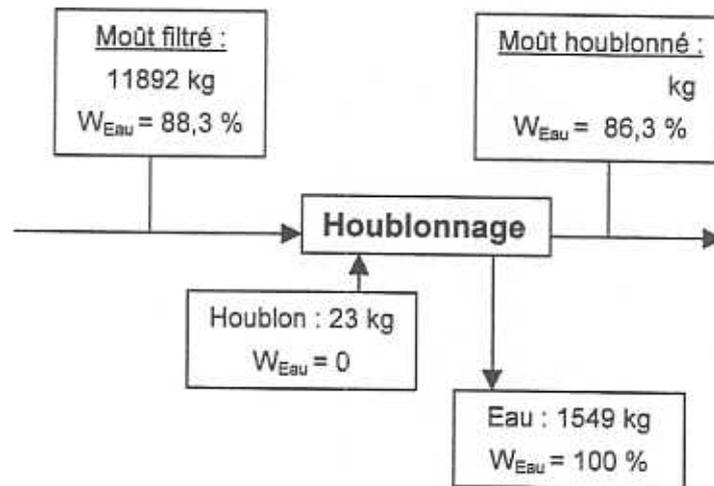
**2. BILAN MATIERE :** (12 POINTS)

2.1. Bilan matière sur le brassage :



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

## 2.2. Bilan matière sur le houblonnage :



2.2.1. Le houblonnage a 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.

2.2.2. **Calculer** la masse de moût houblonné.

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 ( $CO_2$ ).

**Ecrire 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**

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

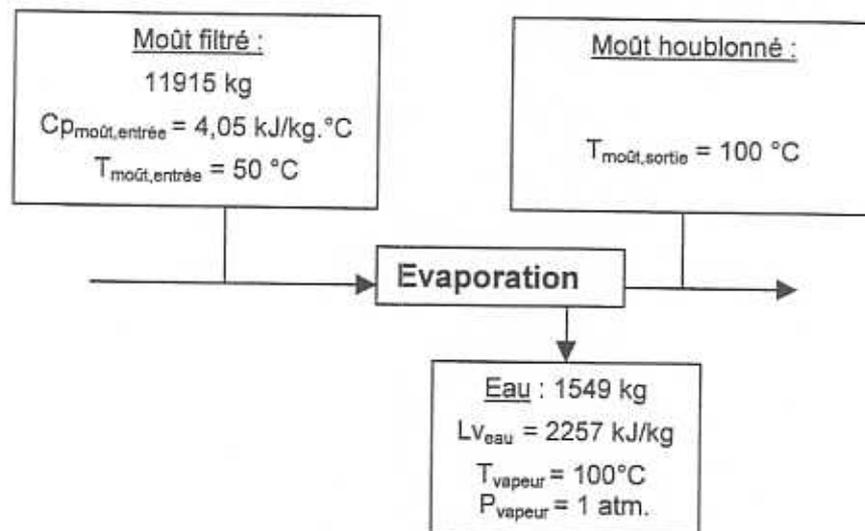
$$M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

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

### 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.

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

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

3.1.4. Sachant que le rendement énergétique de la chaudière est de 90 %, **calculer** l'énergie qu'elle doit libérer.

3.2. Dimensionnement de l'échangeur à plaques :

3.2.1. La surface d'échange nécessaire dans le dimensionnement de l'échangeur est de  $5,19 \text{ m}^2$ . 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	$0,17 \text{ m}^2$	15	90
PW35	$0,35 \text{ m}^2$	20	120

**Calculer** le nombre de plaques nécessaires pour chaque échangeur .

3.2.2. **Indiquer** l'échangeur le mieux adapté et **justifier** le choix.

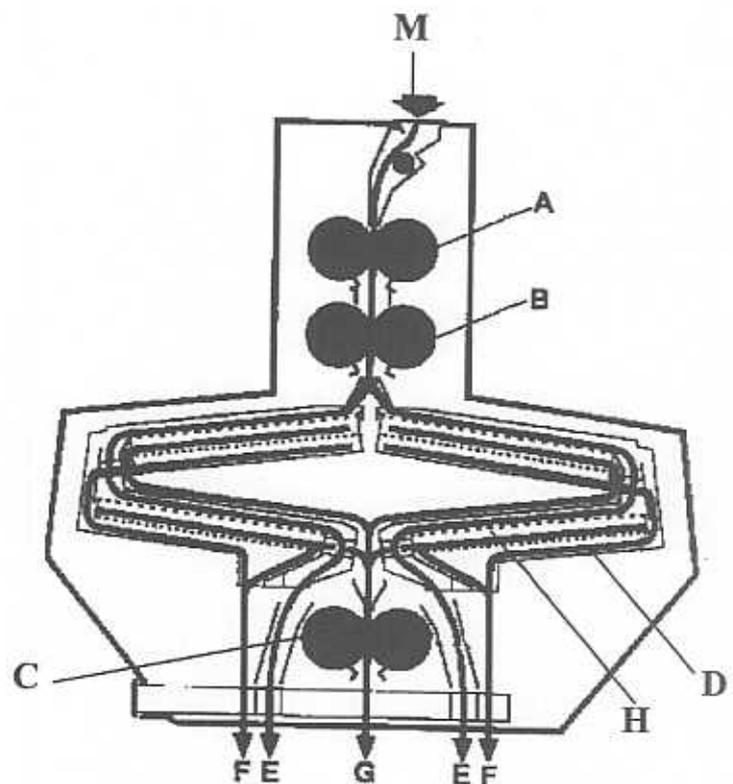
#### 4. ETUDE DU CONCASSEUR

(4 POINTS)

Etapes	Description
1 <sup>ers</sup> cylindres	Préconcassage du malt
2 <sup>èmes</sup> cylindres	Concassage du malt
Tamissage	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 <sup>èmes</sup> 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	
Cylindres de préconcassage	
Cylindres d'écorces	
Cylindres de gruaux	
Bâti de tamis	D
Garniture de tamis	
Farine	
Ecorces	
Gruaux	



Moulin Bührler 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 (NH<sub>3</sub>). ( ☞ 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.

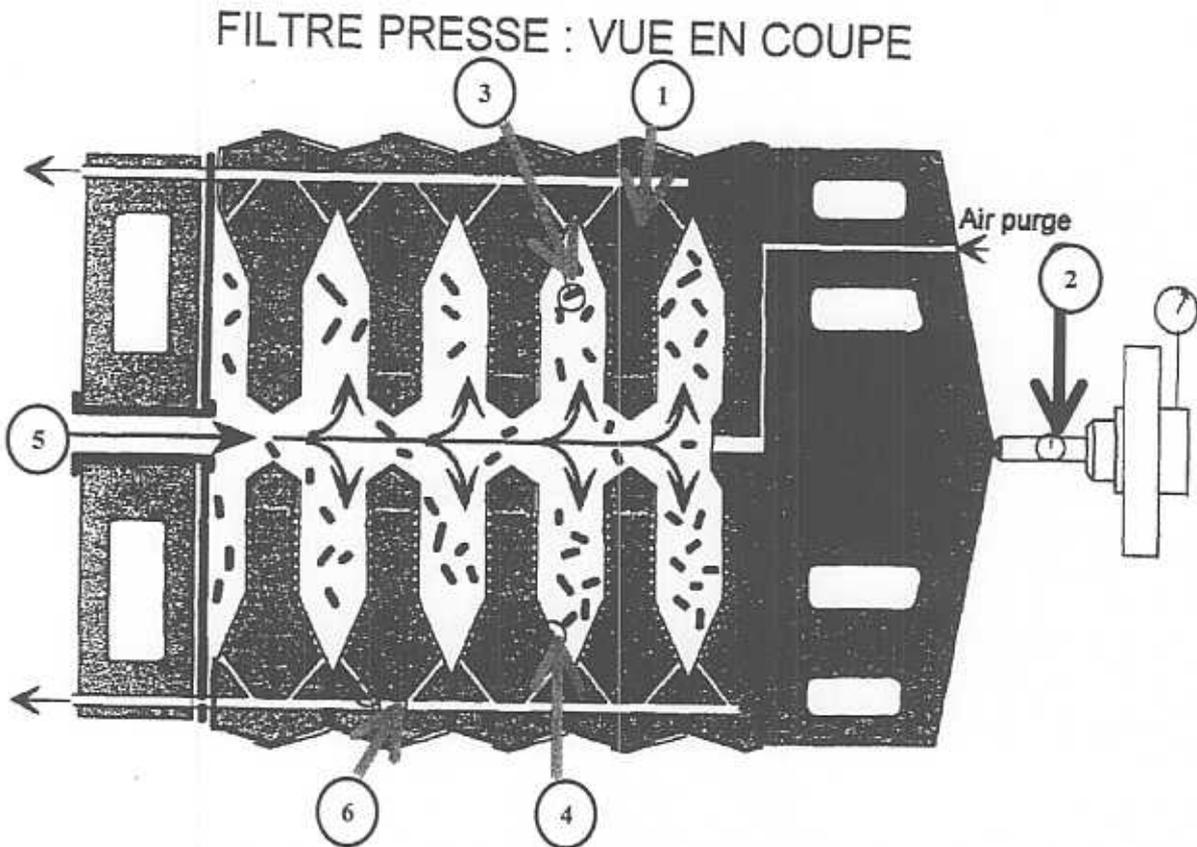
☞ *Schéma de la régulation, se référer au dossier ressource.*

Repère	Nature de la boucle	Grandeurs réglées	Grandeurs réglantes
1			
2	Mesure de la <b>turbidité</b> de la bière		

## 6. ETUDE DU FILTRE-PRESSE (7 POINTS)

➤ Opération unitaire étudiée : Filtration avant le conditionnement.

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



Nomenclature	Chiffre repère
Alimentation	
Filtrat	
Gâteau	
Plateau	
Toile filtrante	
Vérin de serrage	

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

- ↗ augmentation
- ↘ diminution
- = Sans effet

Paramètres	Evolution constatée	
Colmatage des filtres	$\Delta P$	
Maintient de la $\Delta P$ constante	Débit de filtrat	

6.3. Une augmentation importante de la  $\Delta P$  est constatée. Citer deux causes possibles de ce dysfonctionnement (colmatage).

## 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<sup>ère</sup> phase : REPRODUCTION

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

### 2<sup>ème</sup> phase : FERMENTATION

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



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

Levures en suspension  $10^6$  cell/mL

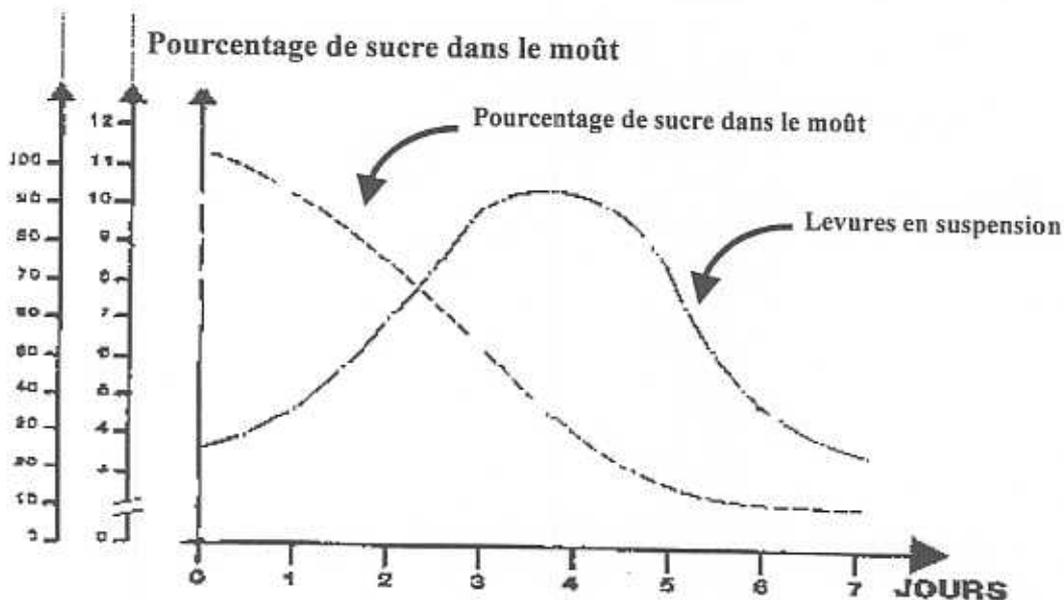


Diagramme de fermentation

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

	Type respiratoire adopté	Justification
1 <sup>ère</sup> phase		
2 <sup>ème</sup> phase		

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 <sup>ère</sup> phase : Reproduction	2 <sup>ème</sup> phase : Fermentation	
		0 à 4 jours	5 à 8 jours
Levures			
Taux de sucre			
Taux d'éthanol			

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	↗   ↘
---	-------

## 8. ETUDE DU PRODUIT FINI : LA BIÈRE

( 6 POINTS)

La bière est un produit ayant plusieurs propriétés 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 mg	<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 .

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

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

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

## 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 type="checkbox"/> Lunettes             | <input type="checkbox"/> Gants en PVC           |
| <input type="checkbox"/> Ecran facial         | <input type="checkbox"/> Chaussures de sécurité |
| <input type="checkbox"/> Combinaison de coton | <input type="checkbox"/> Bottes                 |
| <input type="checkbox"/> Gants en coton       | <input type="checkbox"/> Vêtement imperméable   |
| <input type="checkbox"/> Fontaine oculaire    | <input 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.



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

**Donner son rôle.**

## 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, DBO<sub>5</sub>, DBO.

10.1. **Indiquer** la signification des sigles . **Définir** ces principaux paramètres.

➤MES :

➤DBO<sub>5</sub> :

➤DCO :

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 type="checkbox"/> Déchets revalorisables       | <input type="checkbox"/> Déchets inertes         |

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

## PRESENTATION

( 2 POINTS)

BEP MICBTE	06/2004	Epreuve EP1	Page 15 / 15
------------	---------	-------------	--------------

RECTIFICATIF

**EP1** : Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou de traitement

Dossier Réponse : Folio 15/15

#### 10. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

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, DBO<sub>5</sub>, DCO.

10.1 - **Indiquez** la signification des sigles. **Définissez** ces principaux paramètres.

➤ MES :

➤ DBO<sub>5</sub> :

➤ DCO :

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

...

*au liquide ambré : la BIÈRE*

# DOSSIER RESSOURCES

*Ce dossier comporte 8 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 <b>Session 2004</b>				
<small>Type</small> SUJET	<small>Facultatif : date et heure</small> Jeudi 10 juin 2004 de 9 h 00 à 12 h 00	<small>Durée</small> 3 H	<small>Coefficient</small> 4	<small>N° de page sur total</small> 1/8

## ↳ La fabrication de la bière: un savoir-faire:

La bière est sans aucun doute la boisson la plus vieille du monde (fabriquée depuis plus de 4000 ans). Elle est aussi la plus naturelle.

Il s'agit d'une boisson obtenue par fermentation alcoolique à partir de céréales germées (orge) et parfumée avec du houblon.

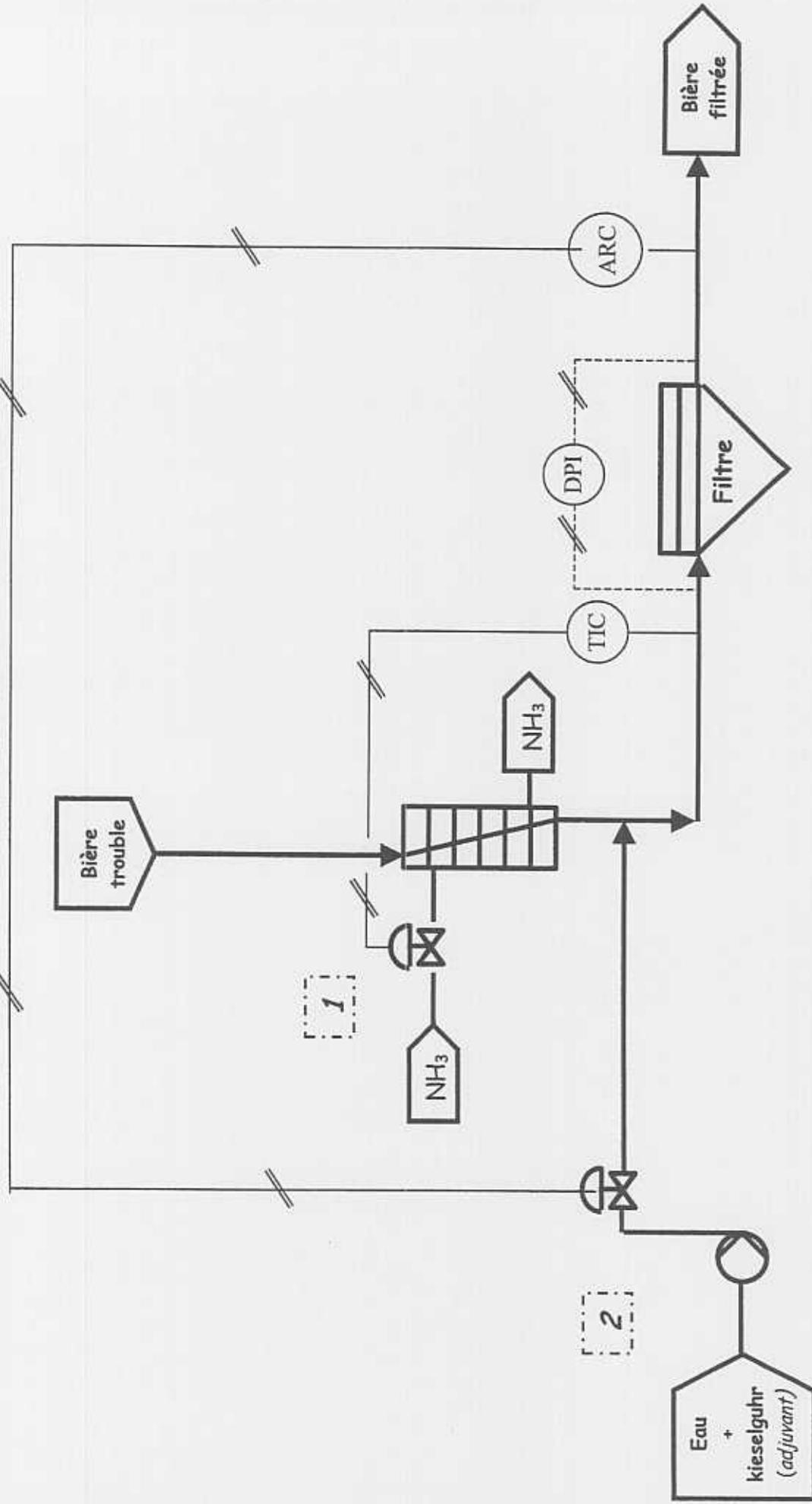
## ↳ Description du processus de fabrication

Étapes de fabrication	Opérations	Descriptif
MALTAGE	Trempage (B1)	Les grains d'orge sont reposés puis trempés dans de l'eau pendant 48 h. Le grain oxygéné est ainsi préparé à la germination.
	Germination (B2)	Cette étape de fabrication dure 6 à 8 jours, sous une température constante de 17 °C avec un taux d'humidité de 44 à 48%, sous aération servant à oxygéner le grain et à éliminer le CO <sub>2</sub> . Les racicules vont alors pousser. La composition de la graine change. On observe la formation de glucose sous l'action d'enzymes.
	Touraillage (F1)	L'orge se transforme en malt. L'orge est séché à l'air pulsé. On supprime l'humidité nécessaire à la germination. Cette étape est réalisée dans la touraille : cheminée dont la partie inférieure est le foyer et la partie supérieure la chambre de séchage à plateaux où la température est de 80°C. Les racicules, écorces, sont éliminées. Ces déchets serviront à l'alimentation du bétail.
BRASSAGE	Concassage (Z1)	Cette étape de fabrication à lieu dans des moulins (concasseurs à malt). Le malt est réduit à l'état de moulure (farine).
	Empâtage (M1)	La farine de malt est envoyée dans la cuve à matière où, mélangée à de l'eau, on procédera à l'empâtage (première macération).

Etapes de fabrication	Opérations	Descriptif
BRASSAGE	Brassage (M2)	Ce mélange est ensuite transvasé dans une deuxième cuve matière. On effectue, grâce à des paliers de température pendant un temps donné, sous un brassage continu, l'extraction et la saccharification de l'amidon en sucres fermentescibles. Le mélange obtenu est appelé la <b>Maische</b> .
	Filtration (S1)	La maische est transvasée dans la cuve-filtre. Elle sera débarrassée des parties insolubles du malt (écorces). Ces déchets appelés <b>Drêches</b> sont vendus comme aliment pour le bétail. Le jus sucré sortant de la cuve-filtre est appelé <b>moût</b> .
	Houblonnage Cuisson (F2)	Le moût est introduit dans la chaudière à houblonner où il est soumis à une ébullition vive pendant 2 h. L'ajout de houblon permettra la conservation de la bière et lui donnera son amertume et son goût. On obtient ainsi du malt houblonné.
	Clarification (whirlpool) (S2)	Afin de débarrasser le moût des précipités protéiques (provoqués par la chaleur) et des résidus de houblon, il est pompé dans un bac tourbillonnaire (force centripète). Enfin le moût est refroidi et aéré par un échangeur à plaques à 10 °C avant le départ en fermentation. Le liquide obtenu est doux, amer et stérile.
FERMENTATION (C1)	Ensemencement Fermentation	On ensemence le moût refroidi et aéré dans des tanks. (1 L de levure par hectolitre de moût). Les levures transforment les sucres en alcool (éthanol). Cette fermentation libère du CO <sub>2</sub> et de la chaleur qu'il faut contrôler en refroidissant en permanence à 10°C
	Maturation	L'abaissement de la température à 5 °C va permettre d'arrêter l'activité des levures par floculation. Les levures seront récupérées par gravité au fond du tank.

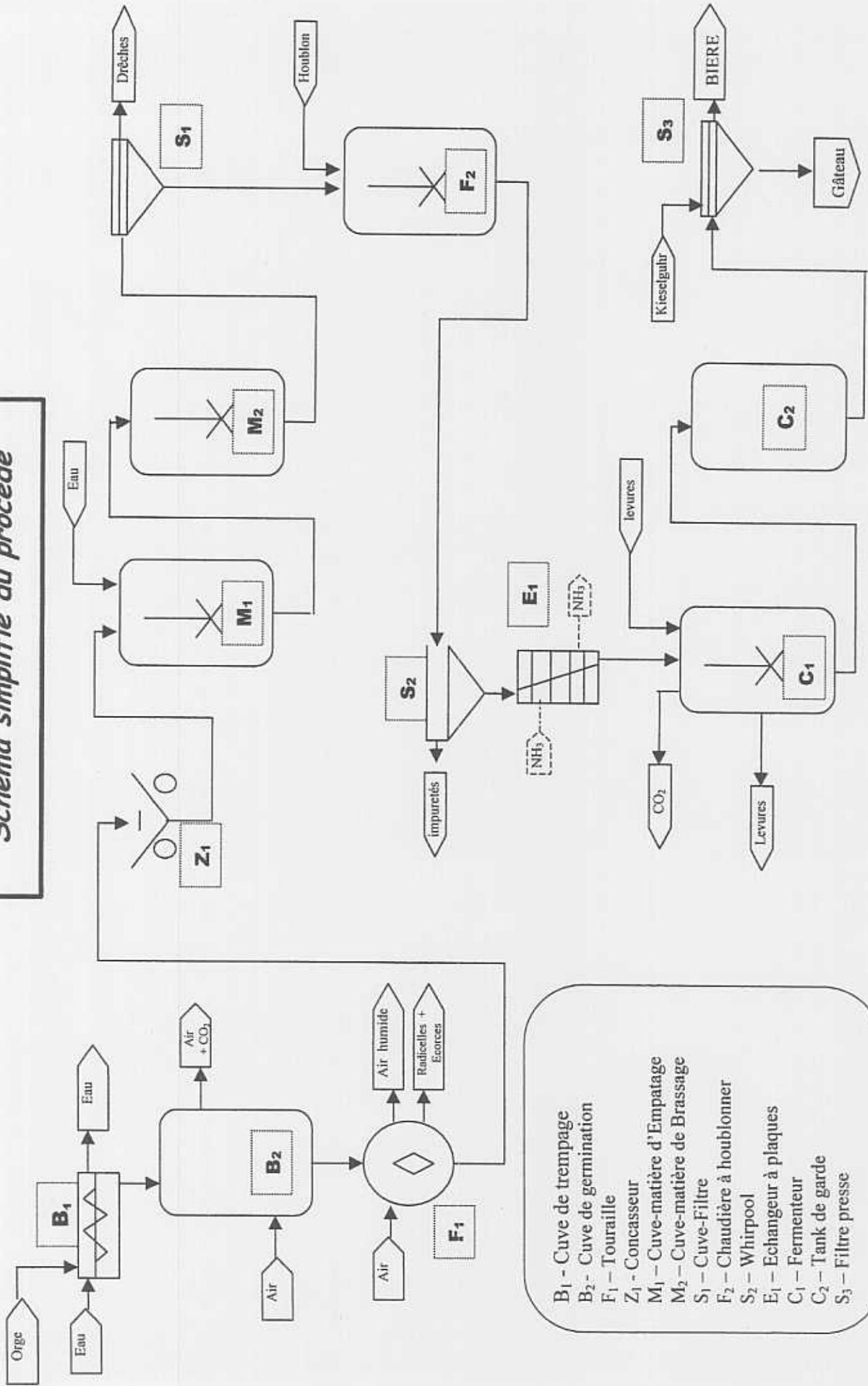
Etapas de fabrication	Opérations	Descriptif
GARDE	(C2)	La bière est maintenue voisine de 0°C dans des tanks hermétiques. Elle s'enrichit en gaz carbonique.
FILTRATION	(S3)	La bière est filtrée sur filtre-presse quelques heures avant la mise en bouteille. Afin d'éviter le colmatage des plaques, et afin d'optimiser la filtration, du kieselguhr est utilisé.

# Schématisation de la filtration de la bière



**ARC** : analyse de la turbidité de la bière en sortie de filtre. **DPI** : mesure de la différence de pressions entre l'entrée et la sortie du filtre ( $\Delta P$ )

# Schéma simplifié du procédé



**Extrait**  
**Fiche de Données de Sécurité**

**1 - Identification du produit :**

- Lessive de soude 50%

**2 - Composition :**

- Nature chimique : solution aqueuse
- Composant contribuant aux dangers : Hydroxyde de sodium

**3 - Identification des dangers :**

- Effets sur la santé : CORROSIF. Provoque de graves brûlures.
- Effets sur l'environnement : Peut entraîner des effets néfastes sur les organismes aquatiques si le produit n'est pas neutralisé.

**4 - Premiers secours :**

- Inhalation :
  - Retirer le sujet de la zone contaminée
  - Placer sous surveillance médicale
  
- Contact avec la peau :
  - Oter immédiatement tout vêtement ou chaussures souillés.
  - Rincer à l'eau, abondamment pendant 15 minutes
  - En cas de rougeur ou irritation, appeler un médecin.
  
- Contact avec les yeux :
  - Rincer à l'eau en maintenant les paupières bien écartées (15 minutes).
  - Consulter un ophtalmologiste.
  
- Ingestion :
  - Rincer la bouche à l'eau.
  - Ne pas faire vomir
  - Transférer en milieu hospitalier pour un bilan des lésions.

## 5 - Mesures en cas de dispersion accidentelle :

### Précautions individuelles :

- Eviter le contact avec la peau.
- Ne pas intervenir sans un équipement de protection adapté.
- Baliser la zone d'épandage.
- Interdire l'accès aux personnes non autorisées.
- Intervention au personnel qualifié muni des protections appropriées.
- Arrêter la fuite.

### Protection de l'environnement :

- Endiguer et contenir l'épandage.
- Ne pas déverser à l'égout et dans les rivières

### Méthodes de nettoyage :

- Récupération : Transvasement dans un récipient de secours ( en acier et étiqueté)
- Neutralisation : Diluer à l'eau
- Nettoyage : Nettoyer à l'épandage à l'eau

## 6 - Stockage :

- Prévoir une cuve de rétention
- Stocker à l'abri de l'humidité, des matières incompatibles (acide, cuivre,...)

## 7 - Protection individuelle :

- Protection des mains : - gants de protection PVC, néoprène
- Protection des yeux : - lunettes étanches
- Protection de la peau et du corps : - vêtement imperméable  
- tablier PVC couvrant les bottes  
- écran facial  
- bottes

## 8 - Moyens collectifs d'urgence :

- douches de sécurité
- fontaine oculaire
- poste d'eau à proximité