

L'usage de documents personnels est strictement interdit.

L'usage des calculatrices est autorisé.

Toutes les annexes sont à rendre avec la copie

ÉTUDE DE LA FABRICATION DE FROMAGE FRAIS

INTRODUCTION :

Les « fromages frais » sont des produits non affinés, d'assez courte durée de vie, et conservés à basse température.

La législation précise les points suivants :

- Ces produits ne doivent avoir subi que la fermentation lactique.
- Ces produits doivent renfermer une flore vivante au moment de la vente au consommateur.
- Ces produits doivent avoir une teneur en matière sèche minimale de 11%
- Le lait et la crème utilisés pour la fabrication des fromages frais doivent avoir été pasteurisés.
- Il est permis d'ajouter aux fromages frais les substances suivantes :
(Dans une proportion ne dépassant pas 30% du poids du produit fini)
 - sucre (saccharose)
 - matières aromatiques naturelles
 - fruits, pulpes et jus de fruits, confitures
 - miel
 - colorants
- Ces produits doivent être vendus dans un délai de 24 jours maximum.

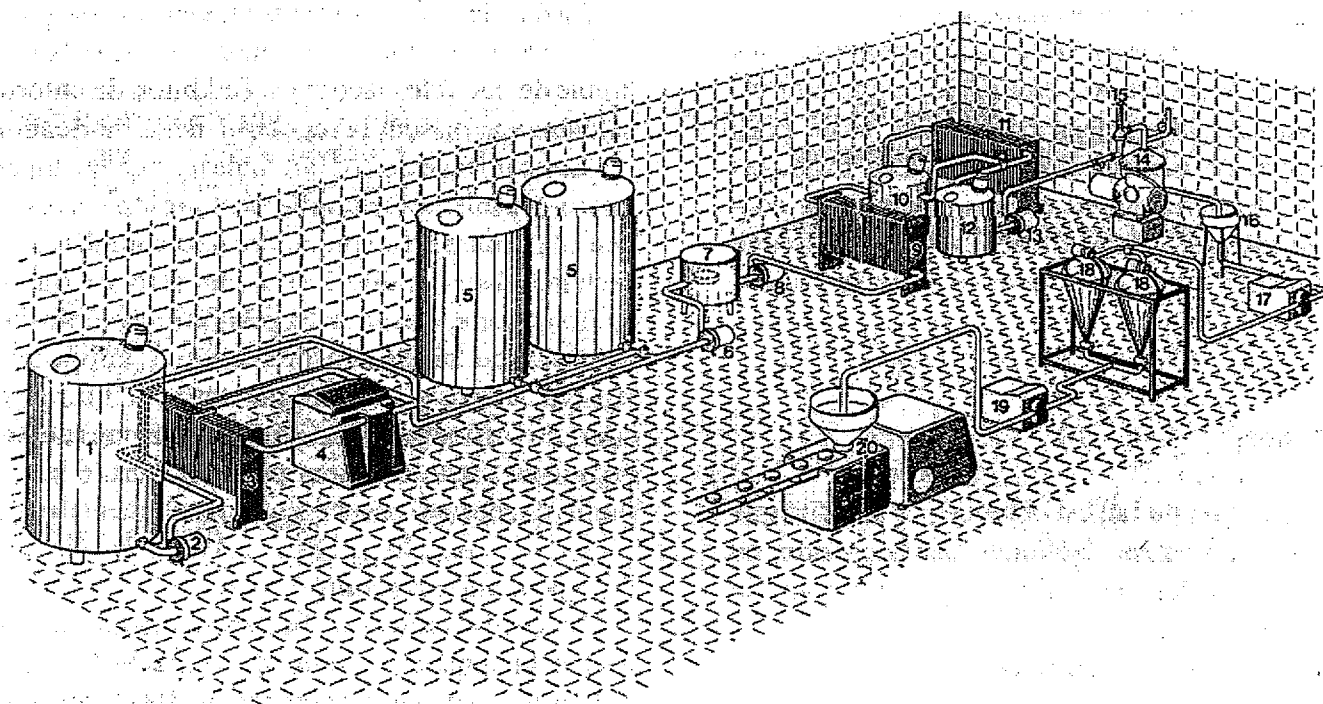
La fabrication de fromage frais met en jeu de nombreuses opérations unitaires telles que pasteurisation, mélange, homogénéisation, égouttage centrifuge, filtration, ultrafiltration... La fermentation lactique occupe une place centrale dans le process, mais la conservation du produit est par ailleurs assurée par le traitement thermique du lait, un conditionnement aseptique et par l'utilisation du froid.

Le document ci-après présente une chaîne de fabrication de fromage frais gras.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL		
BIO INDUSTRIES DE TRANSFORMATION		
Session 2005		
SUJET	E2 Étude de fabrication	
	Coefficient : 5	Durée : 4 h 00
Repère : 0509-BIOT	Ce sujet comporte 10 pages	Page 1/10

CHAINE DE FABRICATION DE FROMAGE FRAIS GRAS

Document Westfalia Separator



1 tank de garde du lait
2 pompe centrifuge
3 réchauffeur
4 homogénéisateur
5 cuve de maturation
6 pompe centrifuge
7 bac tampon

8 pompe centrifuge
9 réchauffeur
10 tank à réaction
avec agitateur
11 réchauffeur
12 bac tampon
13 pompe centrifuge

14 séparateur
15 débitmètre
16 récipient collecteur
17 pompe positive
18 mélangeur
19 pompe positive
20 empaqueteuse

Le lait pasteurisé d'une teneur en M.G. comprise entre 3 et 3,5 % est homogénéisé à une température de 45°C et à une pression allant de 175 à 200 bars. Refroidi ensuite à la température d'acidification, il est additionné de 1 à 2 % de culture. Afin d'obtenir un caillé plus ferme se prêtant mieux à la séparation, on ajoute de 0,25 à 0,50 ml de présure liquide (concentration 1/10 000) pour 100 l de lait.

Après 16 à 20 h de repos, le pH sera de l'ordre de 4,6 - 4,5. Le lait emprésuré doit alors être bien agité, puis réchauffé à 55-60° C dans un réchauffeur à plaques. Après un séjour d'environ 15 min. dans un tank à réaction, il est porté dans un réchauffeur (11) à la température de séparation, soit 80°C. Le lait emprésuré est alors envoyé dans le séparateur centrifuge.

Le concentré sortant par les buses du bol présente un extrait sec total compris entre 30 et 32 %. Il tombe dans un récipient (16) d'où il est aspiré par la pompe positive (17) et dirigé vers les mélangeurs (18). Dans les mélangeurs, l'extrait sec du concentré est porté à 39 % par addition de crème (teneur en M.G. environ 45 %). On peut en même temps ajouter du sel et diverses épices.

Sous l'action de la pompe (19), le fromage obtenu est transporté vers l'empaqueteuse (20), où il est conditionné à chaud.

Fromage frais gras : pourcentage de M.G. dans l'extrait sec minimum 50 %.

PREMIÈRE PARTIE : GÉNIE DES PROCÉDÉS ET GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)

1- ÉTUDE DES PROCÉDÉS

QUESTION N°1 : Diagramme de fabrication :

A partir du descriptif de la fabrication et du schéma synoptique, compléter le diagramme figurant en annexe 1 (à rendre avec la copie). Opérations unitaires ,matières premières et additifs, produits sortants, paramètres et contrôles.

QUESTION N°2 :

Le lait de fabrication subit un traitement thermique entre 80 et 90°C avec un chambrage de 2 à 5 minutes.

- 2.1 Nommer le type de traitement thermique effectué. Justifier l'emploi de ce barème plutôt qu'un traitement thermique utilisant des températures supérieures à 100°C.
- 2.2 Justifier le choix d'un pasteurisateur à plaques pour la pasteurisation du lait :
- 2.3 Citer les deux paramètres qui définissent le barème de pasteurisation utilisé pour caractériser un traitement thermique. Donner un exemple.
- 2.4 Définir la valeur pasteurisatrice.

QUESTION N°3 :

Le fromage est égoutté grâce à une centrifugeuse à caillé (ou séparateur)

- 3.1 Compléter les légendes du schéma d'une centrifugeuse à assiettes fourni en annexe 2.
- 3.2 Citer deux paramètres influençant la vitesse de séparation dans une centrifugeuse

QUESTION N°4 :

L'égouttage du caillé de fromage blanc par centrifugation peut être remplacé par un pré-égouttage du lait écrémé avant caillage par ultra- filtration.

- 4.1. Citer les constituants du lait retenus par une membrane d'ultra- filtration et ceux passant au travers de cette membrane .
- 4.2. Représenter la circulation des produits et leurs noms dans un module d'ultrafiltration de type tubulaire sur l'annexe 3 :

2 -BILAN MATIÈRE

A l'aide des informations fournies sur le schéma figurant en *annexe N°4*, déterminer :

- a) le débit massique M_1
- b) le débit massique M_3 de lactosérum
- c) l'extrait sec total EST_2 du caillé.

Présenter et justifier les calculs sur votre copie.

Récapituler les résultats sur l'*annexe N°4* (à remettre avec votre copie).

3 - BILAN ÉNERGÉTIQUE

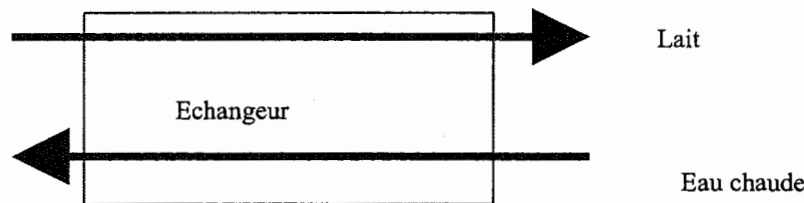
Données :

- Capacité thermique massique du lait : $C_p = 3,7 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
- Coefficient global d'échange : $K = 500 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Formules :

$$\begin{aligned} \text{Puissance thermique} & P = K \times S \times \Delta T_{LM} \\ \text{Écart moyen logarithmique :} & \Delta T_{LM} = \frac{A - B}{\ln \frac{A}{B}} \end{aligned}$$

Circulant à contre-courant d'eau chaude, le lait est réchauffé dans un échangeur à plaques. Le lait entre avec un débit de 1000 kg/h à la température de 25°C et sort à la température de 80°C. La température d'entrée de l'eau chaude est de 95°C ; la température de sortie de l'eau est de 60°C.



- 3.1. Déterminer la puissance thermique nécessaire au chauffage du lait en kJ/h et en W.
- 3.2. Représenter le schéma de l'échangeur ci-dessus sur la copie en faisant apparaître les données.
- 3.3. Calculer l'écart moyen logarithmique des températures.
- 3.4. Calculer la surface d'échange.

4 - RÉGULATION

Afin de maintenir un niveau constant de lait dans une cuve tampon, on met en place une boucle de régulation qui agit sur une vanne située sur la canalisation d'alimentation.

- 4.1. Représenter le schéma de la boucle de régulation de niveau de lait dans la cuve en complétant l'*annexe N°5* (à remettre avec la copie).
- 4.2. Préciser les grandeurs :
 - a. réglée,
 - b. réglante
 - c. perturbatrice.
- 4.3. Indiquer, en justifiant la réponse, le sens d'action du régulateur si l'organe de réglage est une vanne FMA.

DEUXIEME PARTIE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES BIT (50 points)

QUESTION N°1 : Déstabilisation par acidification. : Le lait pasteurisé est additionné de ferments lactiques .

- 1.1. Présenter les principales caractéristiques morphologiques des bactéries lactiques utilisées dans la fabrication.
- 1.2. Donner deux exemples de bactéries lactiques et définir bactérie lactique mésophile.
- 1.3. Énoncer les rôles des ferments lactiques dans la fabrication du fromage frais.
- 1.4 Décrire les phénomènes aboutissant à la déstabilisation (ou gélification) du lait par acidification.
- 1.5 Proposer une méthode d'évaluation de l'acidité en précisant les réactifs et l'unité utilisée.

QUESTION N°2 : Déstabilisation par action enzymatique (présure). En plus des ferments lactiques le lait pasteurisé est additionné de présure.

- 2.1 Donner l'origine et la composition de la présure.
- 2.2 Décrire les phénomènes aboutissant à la déstabilisation (ou coagulation) du lait par action de la présure.
- 2.3 Donner le nom du liquide résultant de l'égouttage du coagulum. Préciser sa composition biochimique.

QUESTION N° 3 : Le lait utilisé pour la fabrication est un mélange complexe correspondant à différent états : solutions - états colloïdaux – suspension.

- 3.1. Définir et différencier solution, suspension et état colloïdal. Pour chaque état donner un exemple concernant les différents constituants du lait.
- 3.2 Décrire sommairement la structure d'un phospholipide et donner les propriétés technologiques de ce type de constituant.
- 3.3. "Le lait est une émulsion stable". Expliquer cette affirmation.
- 3.4. Le traitement thermique du lait entraîne la coalescence de la matière grasse ; proposer une méthode de stabilisation de l'émulsion.

QUESTION N°4 : Le fromage frais doit avoir une teneur en matière sèche minimale de 11%, le reste est donc constitué majoritairement d'eau .

- 4.1. Différencier teneur totale en eau et A_w , expliquer l'influence de ce paramètre sur le développement des microorganismes et les réactions biochimiques.
- 4.2. Donner deux types de réactions biochimiques liées à la présence de matière grasse ayant un impact négatif sur le produit
- 4.3. Indiquer le type d'altération microbiologique le plus susceptible de se produire sur le fromage frais. Justifier votre réponse

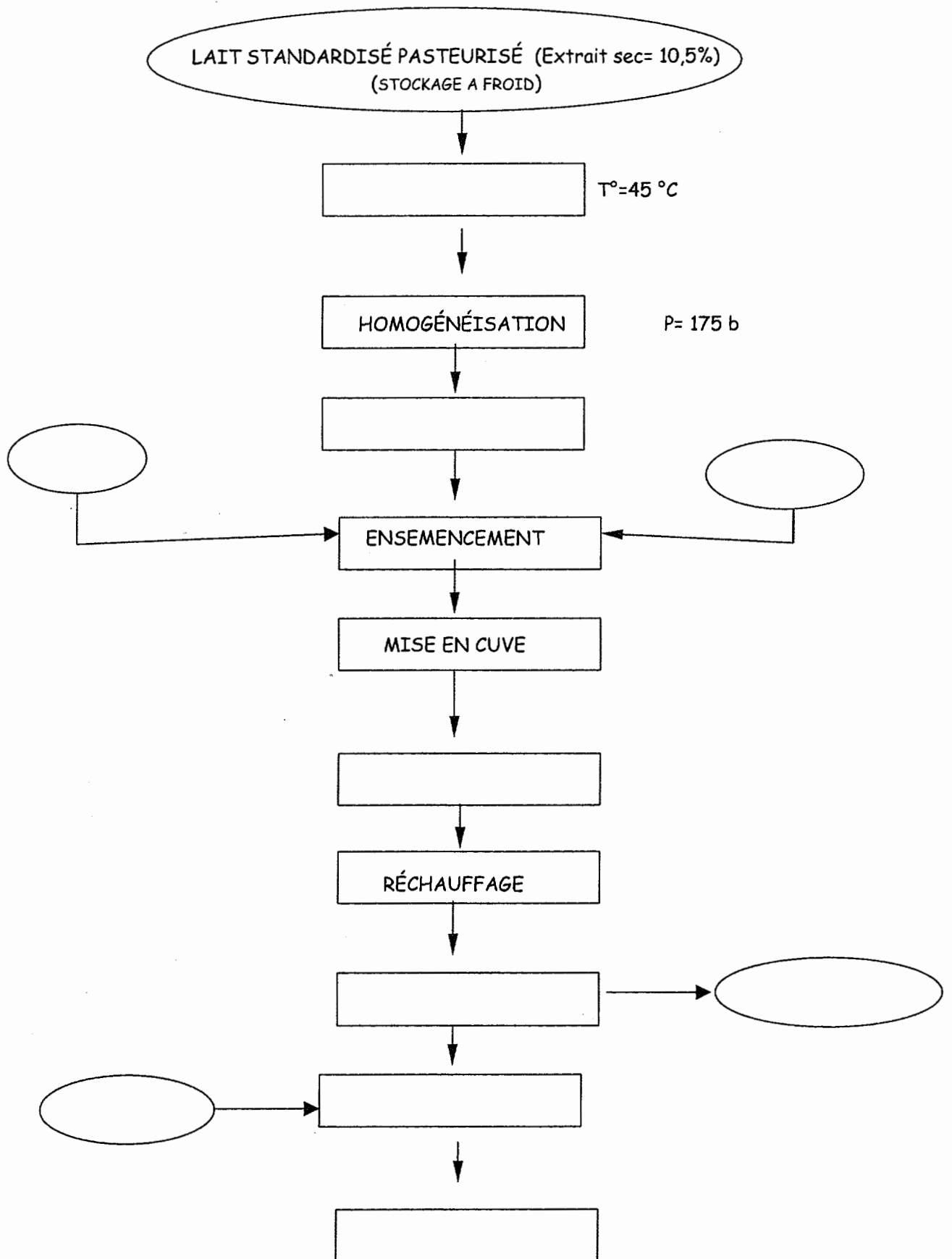
QUESTION N°5 : Pour répondre aux normes en vigueur et limiter les contaminations, l'environnement de la fabrication doit être rigoureusement surveillé.

- 5.1. Définir la notion de norme, différencier norme NF - ISO – CEN.
- 5.2. Expliquer la conception d'une zone ou salle microbiologiquement maîtrisée (salle blanche). Indiquer les principaux paramètres contrôlés.
- 5.3. Citer les principales règles à respecter par le personnel lors d'un travail dans ce type de zone.
- 5.4. Proposer au moins un contrôle microbiologique à réaliser sur l'atmosphère, sur le personnel et sur les installations pour vérifier le bon fonctionnement du système.

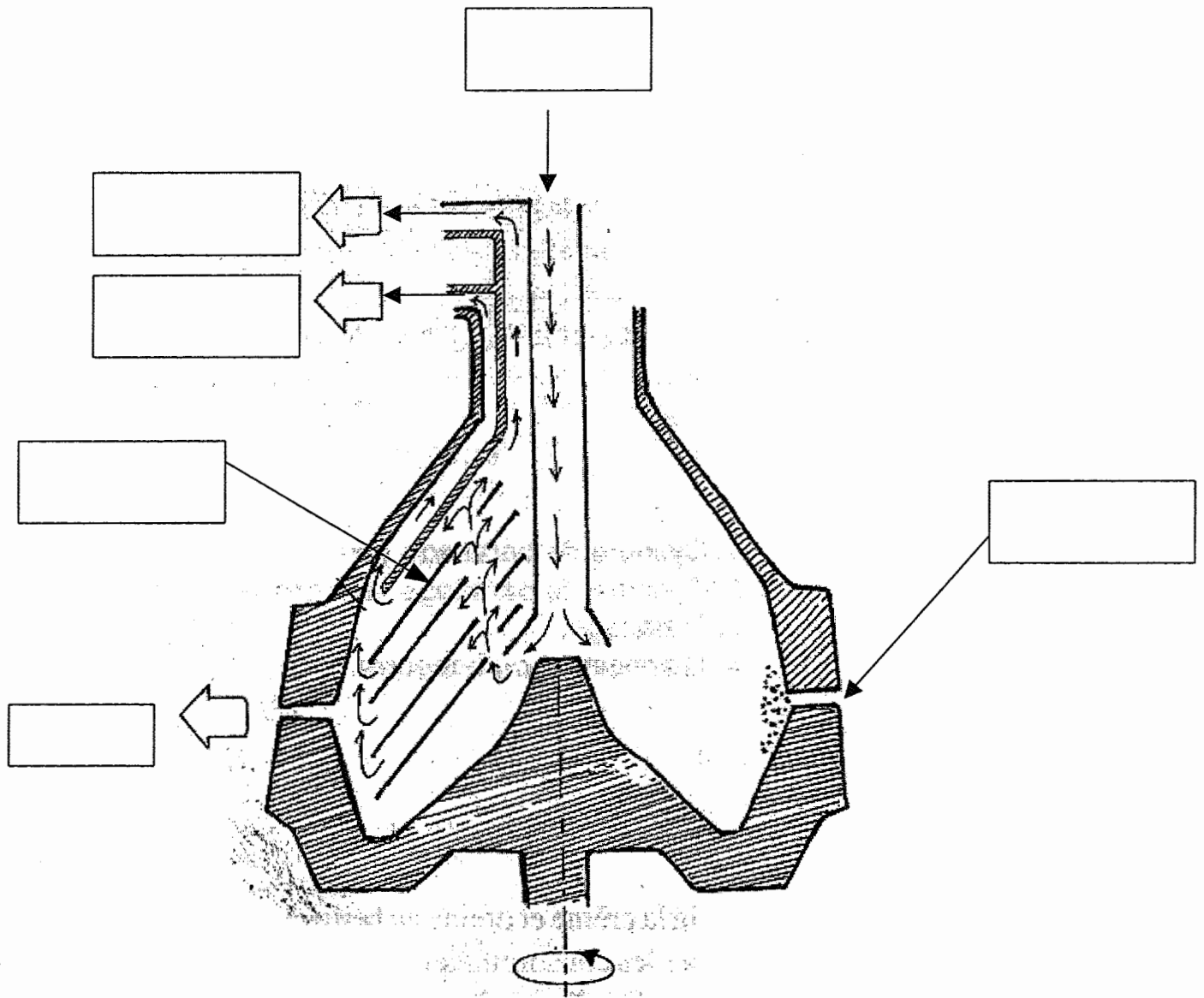
QUESTION N°6 : L'élimination des résidus d'une fabrication donnée est essentielle pour garantir la qualité des fabrications suivantes. L'ensemble de l'installation est nettoyé grâce à un système de NEP ou CIP.

- 6.1. : Développer le sigle NEP ou CIP.
- 6.2 : Indiquer les deux grandes catégories de souillures à éliminer par nettoyage. Pour chacune, nommer le type de solution détergente généralement employée.
- 6.3 : Citer les quatre paramètres à contrôler pour réaliser un nettoyage efficace. Expliquer votre réponse.
- 6.4. : Définir l'opération de désinfection réalisée à la fin des opérations de nettoyage.

Annexe 1 (A rendre avec la copie)



Annexe 2 (à rendre avec la copie)



Annexe 3 (à rendre avec la copie)



Annexe n°4

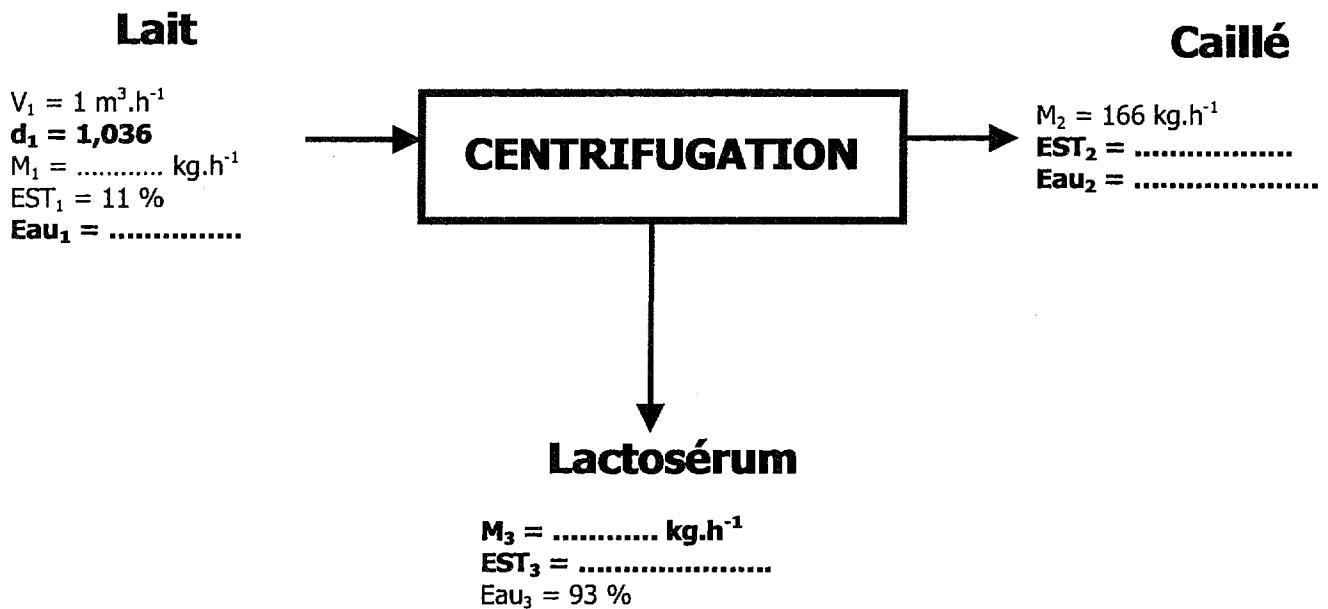
Bilan matière

(Document à compléter et à rendre avec la copie)

Notations :

- M : débit massique en kg.h^{-1}
- V : débit volumique en $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$
- EST : extrait sec total en %
- Eau : teneur en eau en %
- d : densité

Les pourcentages sont massiques.



Annexe n°5 : Régulation

(Document à compléter et à rendre avec la copie)

