



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



Département de chimie

Licence Sciences et Techniques (LST)  
**TECHNIQUES D'ANALYSE CHIMIQUE ET CONTROLE  
DE QUALITE**

**TACCQ**

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

***EVALUATION DES PARAMETRES  
PHYSICOCHIMIQUE AU NIVEAU DES MOÛTS  
DELEVURES DES FERMENTEURS ET IMPACT  
SUR LES REJETS***

**Présenté par :**

◆ **Hanae BOUNDRI**

**Encadré par :**

◆ **Mr Ali BENNANI (LESAFFRE)**

◆ **Pr El Houssine ALILOU**

**Soutenu Le 17 Juin 2011 devant le jury composé de:**

- **Pr Hanane TOUZANI**
- **Pr Said CHAKROUNE**
- **Pr El houssine ALILOU**

**Stage effectué à la société LESAFFRE**

**Année Universitaire 2010 / 2011**

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web: <http://www.fst-usmba.ac.ma>

# REMERCIEMENT

*Au terme de ce travail, j'ai l'honneur de présenter mes sincères remerciement au directeur général de LESAFFRE MAROC Mr. Damien LESAFFRE, ainsi qu'au directeur adjoint Mr. Mohamed EL KHAMLECHI.*

*Je tien également à remercier vivement Mr. Ali BENNANI mon encadrant pour ses précieux conseils et sa disponibilité, et en particulier Mr. Abdelali BOUKADIDA et les techniciens du laboratoire physico-chimique et microbiologique.*

*Je tiens aussi à exprimer mes sincère remerciements à monsieur El Houssine ALILOU mon encadrant et professeur à la FST de Fès pour son orientation ainsi que son aide.*

*Je remercie tous les responsables d'équipes et tout le personnel de l'entreprise qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport pendant mon stage et qui m'ont donné toutes les facilités nécessaires pour réaliser mon travail.*

*Merci notamment à tous ceux que j'ai omis de citer.*

# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>I-Présentation de LESAFFRE.....</b>	<b>2</b>
1. Historique de LESAFFRE.....	2
2. Historique du groupe LESAFFRE au Maroc.....	2
3. Description du laboratoire d'analyse de LESAFFRE Maroc.....	3

## *Partie I : BIBLIOGRAPHIQUE*

<b>I- La levure et la fermentation.....</b>	<b>4</b>
1. Généralité sur saccharomyces cerevisiae.....	4
2. La fermentation.....	4
➤ Définition.....	4
➤ Respiration.....	4
➤ La fermentation alcoolique.....	5
➤ Condition de croissance.....	5
<b>II- Les étapes de production de la levure.....</b>	<b>5</b>
1. La préparation de milieu de culture.....	5
2. La fermentation.....	6
A. A l'échelle industrielle du laboratoire.....	6
➤ Ensemencement.....	6
B. A l'échelle industrielle.....	6
➤ La pré-fermentation.....	6
➤ La fermentation.....	6
➤ Salle de contrôle.....	7
3. La séparation.....	8
➤ Principe.....	8
➤ L'objectif de la séparation.....	8
a. Séparation de la levure mère.....	9

b. Séparation de la levure commercial.....	9
4. La filtration.....	9
5. Le séchage.....	9
6. Conditionnement.....	10
A. La levure fraîche.....	10
B. La levure sèche.....	10

*Partie II: Partie expérimentale*

<b>I- Les analyses physico-chimiques .....</b>	<b>11</b>
1. Le PH ou potentiel hydrogène.....	11
2. La matière sèche.....	11
3. Dosage d'azote.....	12
• Méthode de kjeldahl.....	12
4. Dosage de phosphate.....	13
5. La matière minérale sulfatée.....	13
6. Dosage du calcium et du magnésium.....	14
7. La matière en suspension.....	15
<b>II- Interprétation des résultats .....</b>	<b>16</b>
1. Le PH .....	16
2. La matière sèche.....	18
3. La matière minérale sulfatée.....	19
4. L'azote.....	21
5. Le phosphate.....	23
6. Le calcium.....	24
7. Le magnésium.....	26
8. La matière en suspension.....	28
<b>Conclusion.....</b>	<b>30</b>
<b>Référence et Bibliographique.....</b>	<b>32</b>

## **INTRODUCTION**

La levure de boulangerie peut, à juste titre, être considérée comme un des plus anciens produits issus de la fermentation industrielle. Aujourd'hui encore, elle est un des plus importants produits de la biotechnologie, à la fois par la quantité et par la fonction.

L'industrie de la levure est la plus ancienne dans le domaine des biotechnologies. C'est néanmoins une industrie de pointe qui a bénéficié de tous les progrès scientifiques. Ses produits résultent d'un travail de recherche et de développement permanent. Les techniques de la génétique classique ont permis une adaptation des souches aux besoins des panifications du monde entier.

Les procédés de culture ont progressé par une meilleure connaissance de la biologie et de la physiologie cellulaire. La maîtrise des matières premières et des procédés de fabrication, l'automatisation poussée, le contrôle de la logistique, sont les garants de la qualité des produits.

## I. PRESENTATION DE LESAFFRE

### 1. Historique de LESSAFRE:

En 1853 deux fils de cultivateurs du nord de la France, Louis LESAFFRE et Louis Bonduelle, s'associent pour construire une fabrique d'alcool de grains et de genièvre. A l'origine, la levure n'était qu'un sous-produit de la fabrication des alcools de grains.

En 1871, le baron autrichien Max de Springer rapporte de chez Mautner l'idée d'extraire la levure des moûts de fermentation des grains et de la vendre aux boulangers. L'année suivante, LESAFFRE et Bonduelle développent la fabrication de levure fraîche à Marcq-en-Barœul. C'est à partir de ce site que se développera la Société Industrielle LESAFFRE.

A la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, la société affiche déjà une volonté exportatrice. Ce qui semble tout naturel aujourd'hui représente un tour de force pour l'époque, en raison des conditions de transport et de distribution.

Après la seconde guerre mondiale, une série de progrès technologiques et d'innovations, appuyés par la construction d'un puissant réseau commercial exportateur, permettent à LESAFFRE un développement qui ne se démentira plus.

### 2. Historique du groupe de LASAFFRE au Maroc:

En 1993, la société SODERS a été majoritairement détenue par le groupe Français LESAFFRE et portant aujourd'hui comme nouvelle appellation « LESAFFRE Maroc », elle présente la première entreprise privatisée du Maroc bénéficiant de l'expérience et de l'expertise du leader mondial dans la fabrication de la levure de panification.

LESAFFRE Maroc fabrique et commercialise de la levure : les marques, **Jaouda** comme levure fraîche, **Rafiaa** et **Nevada** comme levure sèche, ajoutant à cela un type spécial destiné et fabriqué pour saturer les besoins des forces armées royales (FAR) en levure, ainsi que des améliorants de panification : les marques **Ibis bleu** et **Magimix**.

### 3. Description du laboratoire d'analyses de Lesaffre Maroc :

Le laboratoire d'analyses de Lesaffre Maroc est composé de deux laboratoires :

### ❖ Laboratoire de microbiologie :

Ce laboratoire est divisé en quatre parties :

- Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
- Salle des préparations où la préparation des milieux de culture, la stérilisation et d'autres activités ont lieu.

- Salle de stockage des matières premières.
- Et enfin une salle d'analyses bactériologiques.

### ❖ Laboratoire physico-chimique :

Il est divisé en trois parties :

- Salle de panification où s'évalue la force panaire.
- Salle de stockage où se trouvent tous le matériel et les produits initiaux.
- Salle des analyses physico-chimiques répartie elle-même en trois sections :
  - Section des analyses d'azote et de phosphate.
  - Section des analyses de la mélasse.
  - Section des analyses de l'eau.

Les deux laboratoires communiquent entre eux par une laverie où se fait le nettoyage du matériel ainsi que la destruction des produits contaminés.





Partie

bibliographique :

Processus de fabrication

de la levure

## **I. La levure et la fermentation :**

### **1. Généralités sur *Saccharomyces cerevisiae* :**

Les levures, sont utilisées dans la fabrication du vin, du pain, de la bière sont souvent utilisées comme aliments pour le bétail en raison de leur richesse en protéines et en vitamines B.

Elles sont capables de :

- Dégrader les aliments qui se trouvent dans leur milieu de culture grâce à une gamme très étendue d'enzymes d'hydrolyse.
- Effectuer toutes ou presque les synthèses dont elles ont besoin pour leur croissance.

Il existe plus de 500 espèces de levures, mais seulement une petite partie de celles-ci est considérée comme ayant une importance commerciale, parmi elles, celle utilisée dans la fabrication de la levure boulangère *Saccharomyces cerevisiae* qui est naturellement présente dans l'air et peut se déposer sur la paroi des végétaux ou sur les aliments. En milieu anaérobie, elle tire l'énergie nécessaire à sa vie du processus de fermentation panaière. En milieu aérobie, elle réalise des réactions de respiration et se multiplie abondamment. Ce processus est exploité lors de sa production industrielle.

### **2. La fermentation :**

#### **➤ Définition :**

La fermentation est une réaction biochimique de conversion de l'énergie chimique contenue dans une source de carbone (glucose souvent) en une autre forme d'énergie directement utilisable par la cellule en l'absence de dioxygène (milieu anaérobie). Louis Pasteur dira « la fermentation c'est la vie sans l'air ». Elle se distingue de la respiration cellulaire, qui se déroule en aérobie, par son faible rendement énergétique.

En générale, La levure de boulangerie (*Saccharomyces cerevisiae*) est capable de réaliser la respiration ainsi que la fermentation alcoolique.

#### **➤ Respiration :**

En aérobiose, les levures respirent et se multiplient abondamment, sans formation d'alcool. Le sucre dont elles se nourrissent est transformé en gaz carbonique et en eau. Ce phénomène s'accompagne d'une libération importante d'énergie qui leur permet de croître et

de se multiplier par bourgeonnement. Ce processus métabolique de la respiration est exploité par les levureries pour multiplier les cellules.

### ➤ *La fermentation alcoolique :*

En anaérobiose le sucre est en grande partie transformé en alcool au détriment de l'énergie libérée. C'est le cas de la panification. La levure ne trouve plus d'oxygène. Le sucre fourni par la farine est transformé en alcool et en gaz carbonique, témoins du processus métabolique de la fermentation.

Là encore, de l'énergie est libérée, mais en faible quantité, suffisamment pour vivre mais pas pour se multiplier.

### ➤ *Conditions de croissance :*

Pour leur développement les levures ont besoin d'un milieu nutritionnel à base de saccharose comme substrat carboné, de sels d'ammonium et de phosphore comme source d'azote et de phosphate, ainsi qu'un apport de sels minéraux, de vitamines et d'oligo-éléments.

## **II. Les étapes de production de la levure :**

### **1. La préparation du milieu de culture:**

Le fabricant de levure a pour objectif de produire une grande quantité de cellules vivantes. De la phase laboratoire aux cuves industrielles, il favorise la multiplication des cellules dans des conditions optimales (mélasse, température, pH...).

Les souches de levures sont des individus uniques. C'est l'association de levures sélectionnées et de procédés industriels spécifiques qui permettent d'obtenir des produits performants et adaptés aux attentes des utilisateurs.

La mélasse est le coproduit final du raffinage du Sucre qui provient de la canne à Sucre et la betterave (75% betterave + 25% canne). C'est un sirop très visqueux et très épais.

Sucre brun foncé que l'on fait fondre avec quelques gouttes d'eau pour obtenir un sirop épais mais il n'aura jamais le même goût rustique, un peu brûlé d'origine.

La mélasse contient de la vitamine B et des minéraux (calcium, potassium, fer, cuivre,...), ce qui n'est pas le cas du sucre blanc cristallisé. Elle est moins calorique que le saccharose.

### ➡ **Préparation de la mélasse:**

On remplit deux cuves par la mélasse emportée des tanks de stockage, cette mélasse est très visqueuse donc elle nécessite un échauffement pour diminuer sa viscosité. Puis on passe à la clarification de la mélasse diluée à l'aide d'un clarificateur qui élimine le boue et tous les dépôts non désirés. Ensuite la mélasse diluée clarifiée est stérilisée pour éliminer toute trace de micro-organismes. Après la stérilisation la mélasse stérilisée est refroidie par des échangeurs de chaleur pour ne pas tuer la levure dans les fermenteurs.

## **2. La Fermentation:**

### **A. A l'échelle du laboratoire :**

#### ➤ **ensemencement**

Chaque mois, la société Lesaffre Maroc reçoit de la France deux souches de *Saccharomyces cerevisiae*. Une destinée à la levure fraîche et l'autre à la levure sèche. Ces souches sont ensemencées dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures pour préparer 60 tubes par mois (30 tubes de chaque souche). Cette étape exige un travail dans des conditions strictement aseptiques pour éviter tout risque de contamination, puis le contenu des tubes est transvasé dans un petit icône appelé « van Lear » dont le milieu nutritif très riche rendra possible une première multiplication et donc la production de nombreuses cellules. Après 24h les levures obtenues sont inoculées dans une autre verrerie appelée « galsberg » où elles se multiplient à nouveau à une température de 28°C pendant 24 h avec agitation pour l'aération de la levure.

On obtient donc une quantité de levure suffisante pour passer à l'échelle semi industrielle qui se déroule dans une cuve de 800 litres.

### **A L'échelle industrielle :**

#### ➤ **La pré-fermentation :**

Après l'incubation dans la cuve de 800L le moût obtenu passe à la cuve de la pré-fermentation où on ajoute la mélasse et les autres éléments tels que l'urée (source d'azote), le phosphate, les sels minéraux et l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) car les levures vivent dans les milieux acides ainsi que l'oxygène qui provient de l'air et on contrôle aussi le pH qui doit être entre 3,4 et 4,5 avec l'agitation.

#### ➤ **La fermentation :**

Après la pré-fermentation on passe à la fermentation qui se fait dans des grandes cuves, dans cette étape l'alimentation en mélasse et les autres ingrédients est continue après certain

temps (17h) on aura une grande population de levure sous forme liquide qu'on appelle le moût. On ajoute aussi une anti-mousse pour éviter les mousses qui se produisent lors de la fermentation.

Les grandeurs qui influencent la levure sont la température, le pH, le taux d'alcool. La température est contrôlée à l'aide d'un régulateur lié à un échangeur de chaleur qui refroidit le mout pour ne pas tuer la levure.

### ➤ **Salle de contrôle :**

Il y a une salle de contrôle des paramètres dans les fermenteurs qui s'occupe de garder la mesure égale à la consigne :

#### ✚ **Contrôle du pH:**

Il se fait par un pH mètre de façon de le maintenir au pH optimal qui est de 4, sinon on l'ajuste par l'acide.

#### ✚ **Contrôle de la Température :**

La température du bioréacteur doit être comprise entre 32 °C et 34°C, lorsqu'on observe une augmentation, on refroidit le moût.

#### ✚ **Contrôle du Brix :**

Il se fait par un densimètre, on mesure la densité du moût, et par une table statistique qui donne le Brix en fonction de la densité on détermine le volume du Brix.

En principe le Brix doit augmenter au cours de la fermentation et s'il reste constant donc il y a une anomalie qu'il faut corriger.

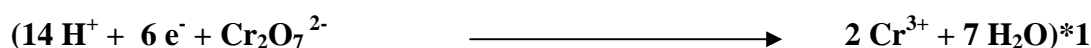
#### ✚ **Contrôle de l'alcool (par titrage en retour) :**

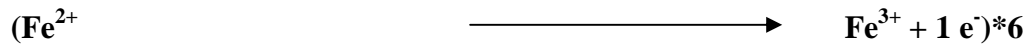
Le glucose en quantités suffisantes inhibe la respiration même en présence d'excès d'oxygène d'où la nécessité de contrôler le taux d'alcool et de diminuer le débit d'alimentation en mélasse.

La détermination du taux d'alcool se fait en chauffant le moût (5 ml du moût + eau) jusqu'à ébullition, la vapeur dégagée est récupérée dans une solution de bichromate, puis on effectue une titration par retour du bichromate par une solution de sel de Mohr.

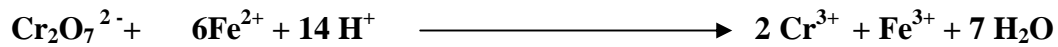
Si le moût contient de l'alcool on remarque la couleur Brune de bichromate.

La réaction est :





**La réaction globale:**



Connaissant le titrage du sel de Mohr avec le bichromate (Blanc), on dispose d'une table statistique et on lit la valeur de taux d'alcool.

Le taux d'alcool doit être égal à 0 à la fin de la fermentation.

### **3. La séparation:**

#### **► PRINCIPE :**

La crème de levure sortant du premier séparateur est mélangée à de l'eau et envoyée ainsi sur une deuxième machine qui va séparer une crème où l'eau extracellulaire est moins chargée que le moût d'origine, la phase claire étant elle ainsi diluée dans les mêmes proportions. On peut répéter l'opération sur les autres séparateurs très généralement on se dispose de deux séparateurs appelés « étage de lavage ».

#### **► L'OBJECTIF DE LA SEPARATION :**

La séparation en fin de fermentation a un double objectif :

- ✚ De réduire le volume de la suspension de levure, cette réduction de volume facilite les traitements ultérieurs : refroidissement sur échangeur, stockage en bac réfrigéré et filtration.
- ✚ De permettre le lavage de la crème de levure, c'est-à-dire de permettre la substitution au moins partielle du moût dans lesquels baignent les cellules en fin de fermentation par de l'eau.

La séparation se fait dans deux étapes de la fermentation, après l'obtention de la levure mère et de la levure commerciale.

#### **SEPARATION DE LA LEVURE MÈRE :**

Dès que la fermentation de la levure mère touche sa fin, le moût lévuré est envoyé vers un séparateur centrifuge afin de séparer la phase solide (crème) de la phase liquide (moût délévuré). La crème obtenue sera stockée dans des cuves munies d'un système de refroidissement pour assurer une température de 4°C.

#### **a. SEPARATION DE LA LEVURE COMMERCIAL :**

Cette station comporte deux lignes de séparation en parallèle, et au niveau de chaque

ligne se trouve deux séparateurs montés en série, le premier sépare le moût délévuré de la crème et le deuxième séparateur fini le travail en mélangeant la crème avec l'eau pour éliminer le maximum de moût délévuré et éclaircir sa couleur.

#### **4. La filtration :**

La filtration est une opération de séparation mécanique qui consiste à éliminer les particules solides qui se trouvent dans une suspension en la faisant circuler à travers une surface filtrante.

Pour une meilleure filtration on ajoute de la saumure ( $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ) à la crème on aura donc une différence de concentration entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule de la levure Ce qui favorise Une diffusion de l'intérieur vers l'extérieur.

#### **5. Le séchage:**

**Pour la fraîche :** la boudineuse (malaxeur) reçoit le gâteau et le mélange avec Olindonalet (huile qui joue le rôle de blanchisseur), après on ajoute à la levure la vaseline pour donner la texture lisse aux cubes qui vont être formés par la découpeuse.

**Pour la sèche :** le gâteau subit un séchage : Le séchage est une opération qui a pour but d'éliminer, sous l'effet de chaleur le maximum possible de liquide et d'augmenter par la suite la durée de vie de la levure.

Le principe consiste à envoyer le courant d'air chauffé en dessous d'une plaque perforée sur laquelle la levure à sécher.

Le gâteau est malaxé dans la trémie puis passe a travers le vis sans fin vers la rappeuse ou il se mélange avec l'émulsifiant et passe par la grille qui le fait ressortir sous forme de vermicelles.

L'émulsifiant sert à éclaircir la couleur de la levure et la conserver, améliorer l'aspect physique de la granulation, à protéger la cellule contre le séchage et faciliter l'hydratation de la levure au cours de la panification.

#### **6. Conditionnement:**

##### **A. La levure fraîche :**

Le conditionnement débute par la filtration de la crème qui se fait à l'aide des filtres rotatifs. Cette phase essentielle permet de passer d'une crème de levure à 22% de matière sèche à un gâteau de levure à 32% de matière sèche, munis de racleur la levure sous forme de

pate tombe dans des trémies ou elle est mélangée avec une huile végétale avant de passer dans la boudineuse.

Le boudin de levure pressée est découpé en pain de 500g qu'on enveloppe individuellement dans un papier paraffiné. Après mise en carton, la levure est conservée en chambre froid afin d'être réfrigérée à cœur avant son expédition.

### **B. La levure sèche:**

Pour la levure sèche, le gâteau provenant de la filtration sous vide est mélangé avec une quantité d'émulsifiant qui sert à conserver le produit plus longtemps et donne aussi la couleur blanche caractéristique de la levure.

Le gâteau obtenu est transformé en vermicelle à l'aide d'une grille de porosité connue, ensuite elle est transférée au sécheur par une conduite vibratoire afin d'éliminer le maximum d'eau restant dans la cellule sans l'endommager, tout en augmentant le taux de matière sèche jusqu'à 94% pour la SPH et 95.5% pour la SPI.

**SPI:** levure sèche instantanée sous forme de petits bâtons fissurés emballées sous vide dans des sachets de 125g, 13g (Rafiaa) ou 500g, 25g(Nevada).

**SPH:** levure sèche active ou à réhydratation sous forme de granules ou de sphérules, emballées sous air dans des sachets de 50g, 100g et 500g (Jaouda).



Partie

expérimentale :

Analyses physicochimique des

moûts délévurés

## I. Les analyses physicochimiques :

### 1. Le pH ou Potentiel hydrogène :

La mesure du pH du moût délévuré se fait par mesure potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre, en déterminant l'activité des ions hydrogènes par utilisation d'une électrode de verre et d'une électrode de référence au calomel plongeant dans un même échantillon. Le pH du moût est indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est en fonction de la concentration des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  contenus dans l'échantillon.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

### 2. La matière sèche :

Cette analyse consiste à réaliser la méthode thermogravimétrique qui sert comme référence pour la détermination du taux de l'eau ou de la matière sèche dans les aliments.

L'analyse nécessite le matériel suivant:

- Étuve à 105°C où se passe le séchage pendant 16 heures;
- Capsules où on met l'échantillon à dessécher;
- Dessiccateur contenant un agent desséchant.

A la sortie de l'étuve, les capsules sont refroidies au moins 1h dans le dessiccateur avant de calculer le taux de la matière sèche :

$$\% \text{M.S} = [\text{masse (M.S)}] * 100 / \text{P.E}$$

$$\% \text{H}_2\text{O} = 100 - \% \text{M.S}$$

- **P.E** = Prise d'essai ;
- **masse (M.S)** = poids de la capsule sèche - le poids de la capsule vide.

### 3. Dosage d'azote

#### ❖ la méthode de Kjeldahl

##### ○ Principe :

L'azote organique est transformé en azote minéral, sous forme ammoniacale  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , par action oxydante de l'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 98% et à chaud en présence d'un catalyseur.

L'ammoniaque formé est déplacée par une base forte NaOH à 30% en excès et entraîné par distillation dans l'acide borique  $\text{H}_3\text{BO}_3$  à 2% en excès.

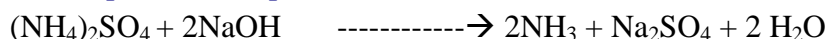
Le borate d'ammonium formé est dosé par  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 0.05 N

##### ○ Minéralisation :

- Introduire la prise d'essai dans les tubes correspondants ;
- Ajouter 5ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré à 98% à l'aide d'une dispensette;
- Ajouter ½ comprimé du catalyseur de Kjeldahl ;

- Poser les tubes d'évacuation avec les joints sur les tubes de digestion et les livrer par des pinces.

○ Déplacement par la soude en excès :



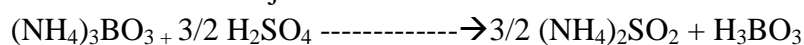
○ Distillation et titration:

- Après minéralisation (1heure) et refroidissement, ajusté à 100 ml dans une fiole jaugée avec eau distillée ;
- Prélever 50ml de cette solution et mettre dans le matras ;
- Placer le tube dans le distillateur ;
- ajouter 20ml de la soude à 30% dans le matras et 20 ml de l'acide borique à 2% dans le bécher de BUCHI;
- Régler le temps de distillation à 5min ;
- Démarrer la distillation ;
- Titrer le distillat récupéré avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.05N à l'aide d'un titreux automatique tout en introduisant l'électrode et le pH-mètre (pour lire le pH) dans le bécher tout en agitant par agitateur magnétique ;

➡ **N.B** : Le rinçage de l'appareil « distillateur BUCHI » se fait au début et à la fin de chaque poste :

- Mettre 100 ml d'eau distillée dans le matras et le fixer dans le distillateur ;
- Démarrer la distillation pendant 4min.

La réaction mise en jeu est :



➡ **Calcul :**

$$\% \text{ azote total} = \text{facteur de dilution} * 0,07 * V.T (H_2SO_4) / PE$$

- **V.T** = volume de titration en ml;
- **P.E** = Prise d'essai en g ;

#### 4. Dosage de phosphate :

La quantité de phosphate est déterminée par une méthode calorimétrique. Le dosage du phosphate nécessite aussi une minéralisation de la matière organique.

Cela se fait dans le digesteur à 600°C pendant une 1h, d'où on prélève 10ml de la solution précédente obtenue après digestion et dilution, qu'en introduit dans une fiole de 50ml puis on ajoute:

- 4ml de METOL à 2%.
- 4ml d'héptamolibdate d'ammonium.
- 2ml de bisulfite de sodium à 35%.
- Et on complète au trait de jauge par l'eau distillée.

On obtient un complexe bleu « phosphomolibdate d'ammonium », qu'on va laisser reposer une demi heure avant la lecture de l'absorbance dans spectrophotomètre à une longueur d'onde de 660nm.

o Calcul :

$$\%P = A * K * 0,5 * \text{facteur de dilution} / P.E$$

- P.E : Prise d'essai ;
- K : la pente de la courbe d'étalonnage ;
- A : l'absorbance ;

### 5. La matière minérale sulfatée :

➤ Principe :

L'échantillon est minéralisé dans un four à moufle à 650 °C en présence d'acide sulfurique. Le résidu de calcination constitué de matière minérale, est alors quantifié par pesée.

➤ Mode opératoire :

- Peser les capsules vides
- Introduire dans chaque capsule 10g de moût délévuré et ajouter avec précaution 5ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré
- Introduire les échantillons dans le four éteint
- Programmer une montée en température lente et régler le four à 300°C pou 30min, puis à 500°C pou 30min, puis 650 °C pour 16h.
- Effectuer cette opération sous hotte aspirante.
- Calciner jusqu'à obtention d'un résidu blanchâtre
- Laisser refroidir les capsules dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante puis peser les

➤ Résultat :

$$\%MMS = ( P_2 - P_1 / P.E ) * 100$$

**Rq :** les cendres de MMS sont reprises pour le dosage du calcium et magnésium.

### 6. Dosage de Ca<sup>2+</sup> et Mg<sup>2+</sup> :

➤ Principe :

L'EDTA, (acide éthylène diamine tétracétique) que l'on notera plus simplement YH<sub>4</sub>, réagit selon l'équation :



Selon l'équation :  $X^{2+} + Y^{4-} \longrightarrow [XY]^{2-}$

∞ Mode opératoire :

- Reprendre les cendres de MMS par 10ml de HCl à 50%
- Transvaser le contenu de la coupelle de calcination dans une fiole jaugée de 100ml
- Rincer plusieurs fois la capsule avec de l'eau distillée en récupérant les eaux de lavage dans la fiole
- Compléter à 100 ml avec de l'eau distillé

∞ Dosage du calcium :

Préparer un erlen de 250ml par l'échantillon et y introduire dans l'ordre :

- 10ml de la solution de MMS
- 150ml de l'eau distillé
- 6 gouttes de vert de malachite (indicateur)
- De la soude à 50%, goutte à goutte, jusqu'à pH 13 (la solution devient vert puis incolore et après virage incolore, ajouter encore 2 goutte de soude)
- 4 à 5 gouttes de calcon

Placer l'erlenmeyer sur agitateur magnétique et titrer par la solution EDTA (N/56)

La fin du dosage est repérée par le virage du mauve (Volume  $V_1$  en ml).

∞ Dosage du calcium et magnésium :

Préparer un erlen de 250ml par échantillon et introduire dans l'ordre :

- 10ml de la solution de MMS
- 150ml de l'eau distillé
- 4ml de solution tampon
- 1 goutte de Noir Erichrome T

Placer l'erlenmeyer sur agitateur magnétique et titrer par L'EDTA (N/56)

La fin du dosage est repérée par le virage du mauve ( $V_2$  en ml).

∞ Résultat :

$$\%CaO = V_1 / (P.E * 2)$$

$$\%MgO = (V_2 - V_1) / P.E * 2) * 0,72$$

## 7. La Matière en suspension :

Définition :

Les matières en suspension (ou MES) est le terme employé pour désigner l'ensemble des matières solides insolubles présentes dans un liquide.

Elles sont des matières fines minérales ou organiques insolubles visibles à l'œil nu qui contribuent à la turbidité de l'eau. Les particules fines en suspension dans les mouts délévurés sont soit d'origine naturelle, en liaison avec les précipitations, Ces matières peuvent être minérales et inertes.

➤ Principe :

Séparation des matières en suspension par filtration sur disque filtrant en fibres de verre et séchage à 105°C et pesée, cette méthode est applicable au cas où les mouts ne sont pas trop chargés et colorés, si le cas il faut la centrifugation.

➤ Mode opératoire :

Dans un premier temps, on pèse la capsule contenant le filtre et on note le poids, ensuite on met le papier filtre sur un disque filtrant en fibre de verre et on prend à l'aide d'une pipette un volume de 20 ml de chaque échantillon des moûts délévurés, ensuite on fait rentrer les capsules dans l'étuve de 105°C pendant 45min on les pèse pour noter le poids finale .

$$\%MES = [(P_f - P_i) / PE \times 100] * FD$$

P<sub>f</sub> : Poids de capsule et papier filtre après étuvage

P<sub>i</sub> : Poids de capsule séché et papier filtre.

PE : Prise d'essai (qui égale à 20ml pour le séparateur 1 et 30 ml à 50ml pour le séparateur 2)

➤ **Fiche de sécurité :**

Chaque appareil dans le laboratoire soit physico-chimique ou microbiologique est équipé d'une fiche de sécurité contenant les règles de sécurité, ceci garanti aussi bien la sécurité du personnels au cours de la manipulation que la sécurité du laboratoire.

➤ **Fiche de métrologie :**

Chaque appareil contient aussi une autre fiche appelée fiche de métrologie qui sert à un suivie métrologique concernant l'étalonnage, la vérification et le calibrage des appareils. La fréquence de contrôle peut être soit quotidienne, hebdomadaire, ou mensuelle pour le bon fonctionnement des appareils.

Les deux laboratoires communiquent entre eux par une laverie où se fait le nettoyage du matériel.

## II. Interprétations des résultats :

L'interprétation des résultats obtenus par les fermenteurs : 4, 5, 6, 7, et 8 sera basée sur le type de levure qui contient chaque fermenteur. Le fermenteur 4 contient la levure mère qui est après la séparation sera distribuée aux autres fermenteurs selon la capacité de chacun. Dans ce fermenteur on cherche la qualité micro biologique et physico-chimique c'est pour cela qu'on acidifie le milieu pour éviter la contamination.

Les fermenteurs 5, 6, 7, et 8 contiennent soit la levure fraîche soit la levure sèche selon les besoins de la société. Dans ces fermenteurs on cherche la biomasse et à améliorer le rendement c'est pour cela qu'ils ont une grande capacité volumique.

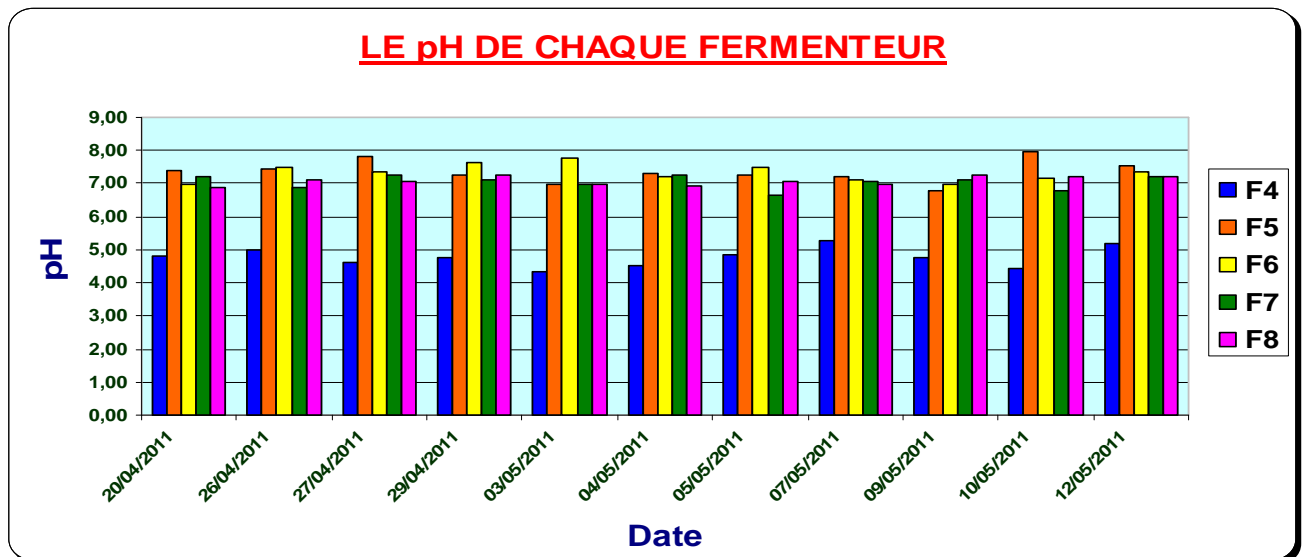
### 1. Le pH :

➤ LES RESULTATS :

	Ph									
	Fermenteur 4		Fermenteur 5		Fermenteur 6		Fermenteur 7		Fermenteur 8	
	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	Sep1	sep2	sep1	sep2

20/04/2011	4,80	7,42	8,09	6,98	7,74	7,23	7,10	6,90	6,97
26/04/2011	5,00	7,46	7,26	7,50	7,35	6,87	7,34	7,13	7,15
27/04/2011	4,60	7,83	7,27	7,34	7,35	7,28	7,31	7,06	7,28
29/04/2011	4,76	7,26	7,43	7,62	7,68	7,12	7,14	7,27	7,19
03/05/2011	4,32	6,98	7,84	7,76	7,24	6,96	7,16	6,97	6,94
04/05/2011	4,52	7,30	7,33	7,21	7,33	7,26	7,29	6,94	7,20
05/05/2011	4,85	7,24	7,46	7,50	7,61	6,65	7,04	7,07	7,28
07/05/2011	5,30	7,22	8,39	7,12	7,21	7,09	7,27	6,97	7,18
09/05/2011	4,76	6,80	7,18	6,97	7,26	7,11	7,16	7,28	7,32
10/05/2011	4,42	7,94	7,09	7,17	7,12	6,77	7,05	7,20	7,31
12/05/2011	5,20	7,54	7,93	7,36	7,20	7,20	7,39	7,19	7,32
MOYENNE	4,78	7,36	7,57	7,32	7,37	7,05	7,20	7,09	7,19
MAX	5,30	7,94	8,39	7,76	7,74	7,28	7,39	7,28	7,32
MIN	4,32	6,80	7,09	6,97	7,12	6,65	7,04	6,90	6,94
ECARTYPE	0,31	0,33	0,42	0,26	0,21	0,21	0,12	0,13	0,13

**Tableau n° 1:** Résultats de l'évolution du pH des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs.

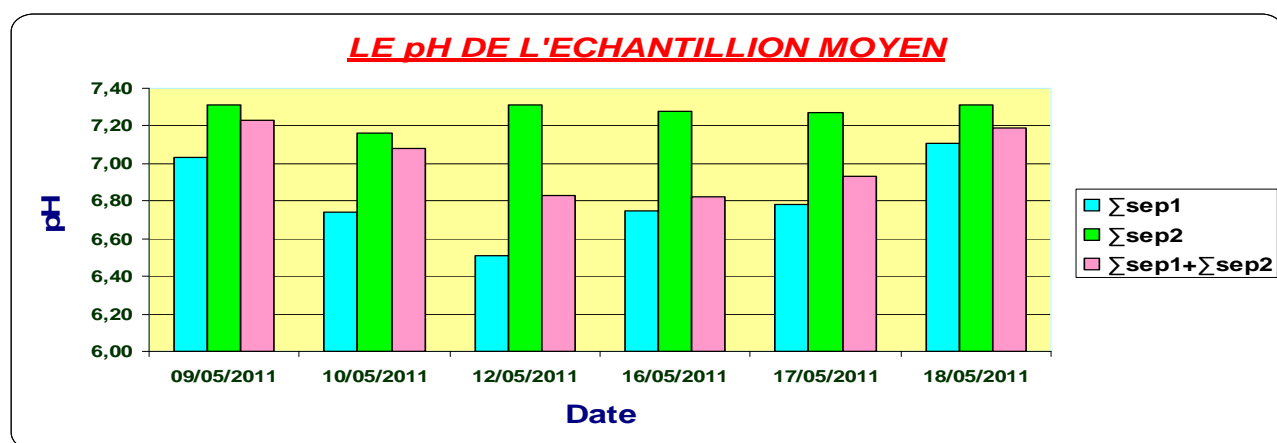


**Figure n°1 :** Evolution du pH des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

Ph			
L'ECHANTILLION MOYEN			
	$\sum$ sep1	$\sum$ sep2	$\sum$ sep1+ $\sum$ sep2
09/05/2011	7,03	7,31	7,23
10/05/2011	6,74	7,16	7,08
12/05/2011	6,51	7,31	6,83

16/05/2011	6,75	7,28	6,82
17/05/2011	6,78	7,27	6,93
18/05/2011	7,11	7,31	7,19
MOYENNE	6,82	7,27	7,01
MAX	7,11	7,31	7,23
MIN	6,51	7,16	6,82
ECARTYPE	0,22	0,06	0,18

**Tableau n° 2 :** Résultats de l'évolution du pH des moûts délévurés pour l'échantillon moyen.



**Figure n°2 :** Evolution du pH des moûts délévurés pour l'échantillon moyen en fonction des dates de prélèvement.

➤ Interprétation :

Selon l'histogramme, on observe que le fermenteur 4 à un pH moins élevé que les autres fermenteurs cela est dû à la levure mère qu'il contient, où on ajoute des grandes quantités de  $H_2SO_4$  qui acidifie le milieu pour éviter tous risque de contamination

Pour les fermenteurs : 5, 6, 7, et 8 il y'a pas une grande variation de pH entre eux, car ils ont la même composition en levure commercial qui subit une dilution avant séparation ce qui augmente le pH.

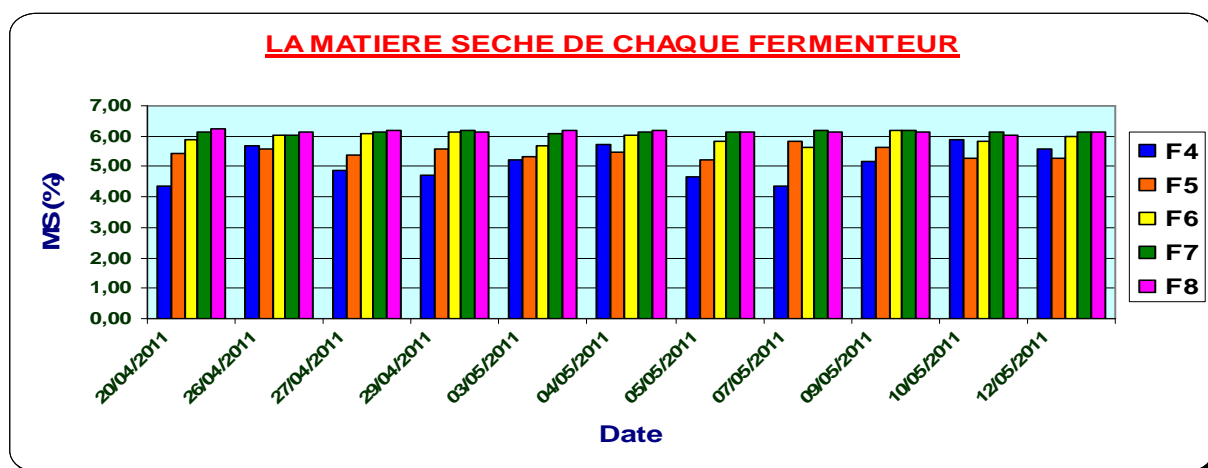
**2. La matière sèche :**

➤ Les résultats :



	MS (%)									
	Fermenteur 4		Fermenteur 5		Fermenteur 6		fermenteur 7		Fermenteur 8	
	Sep 1	sep 1	Sep2	Sep 1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	
20/04/2011	4,34	5,44	2,18	5,90	2,56	6,16	1,99	6,23	2,58	
26/04/2011	5,68	5,57	2,60	6,03	2,60	6,05	2,68	6,13	2,80	
27/04/2011	4,86	5,39	2,37	6,11	2,40	6,12	3,18	6,17	2,96	
29/04/2011	4,73	5,57	2,47	6,12	2,58	6,19	3,04	6,16	2,90	
03/05/2011	5,24	5,34	2,44	5,68	2,71	6,09	2,76	6,19	2,56	
04/05/2011	5,72	5,46	2,57	6,05	2,57	6,15	2,37	6,18	2,76	
05/05/2011	4,65	5,22	2,16	5,81	2,38	6,12	3,14	6,14	2,93	
07/05/2011	4,37	5,83	2,37	5,63	2,56	6,17	2,33	6,12	2,95	
09/05/2011	5,18	5,63	2,78	6,20	2,58	6,19	3,11	6,16	2,94	
10/05/2011	5,88	5,27	2,76	5,83	2,75	6,12	3,15	6,02	2,77	
12/05/2011	5,57	5,30	2,70	6,00	2,33	6,14	2,43	6,14	2,84	
MOYENNE	5,11	5,46	2,49	5,94	2,55	6,14	2,74	6,15	2,82	
MAX	5,88	5,83	2,78	6,20	2,75	6,19	3,18	6,23	2,96	
MIN	4,34	5,22	2,16	5,63	2,33	6,05	1,99	6,02	2,56	
ECARTYPE	0,56	0,18	0,21	0,19	0,13	0,04	0,41	0,05	0,14	

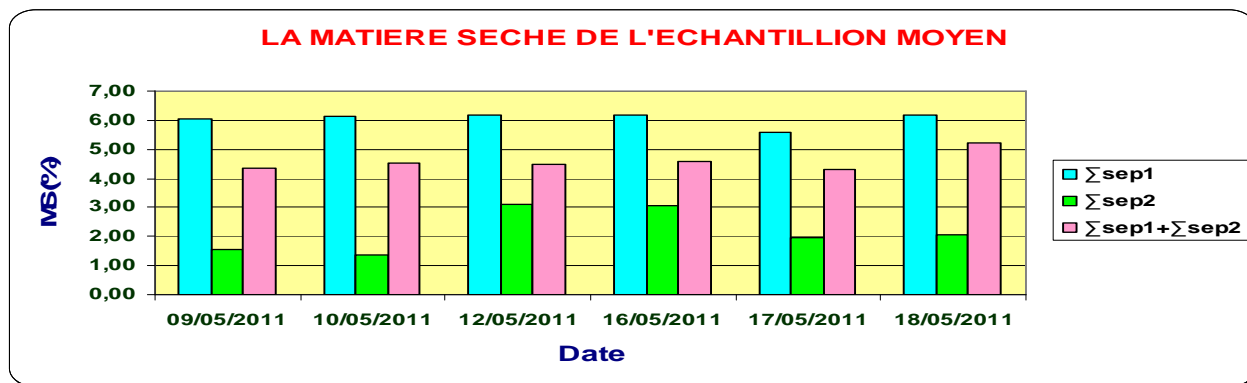
**Tableau n°3 :** Résultats de l'évolution de la matière sèche des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs.



**Figure n°3:** Evolution de la matière sèche des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

L'ECHANTILLION MOYEN			
	Σ sep1	Σ sep2	Σ sep1+Σ sep2
09/05/2011	6,02	1,57	4,33
10/05/2011	6,12	1,37	4,55
12/05/2011	6,16	3,11	4,47
16/05/2011	6,17	3,06	4,58
17/05/2011	5,56	1,97	4,30
18/05/2011	6,19	2,04	5,20
MOYENNE	6,04	2,19	4,57
MAX	6,19	3,11	5,20
MIN	5,56	1,37	4,30
ECARTYPE	0,24	0,74	0,33

**Tableau n° 4 :** Résultats de l'évolution de la matière sèche des moûts délévurés pour l'échantillon moyen.



**Figure n°4 :** Evolution de la matière sèche des moûts délévurés pour l'échantillon moyen en fonction des dates de prélèvement.

➤ Interprétation :

On observe que les fermenteurs 5, 6, 7, et 8 ont une teneur en matière sèche plus élevée que le fermenteur 4 car ils ont une grande capacité volumique qui nécessite une grande quantité de mélasse donc teneur en matière sèche forte.

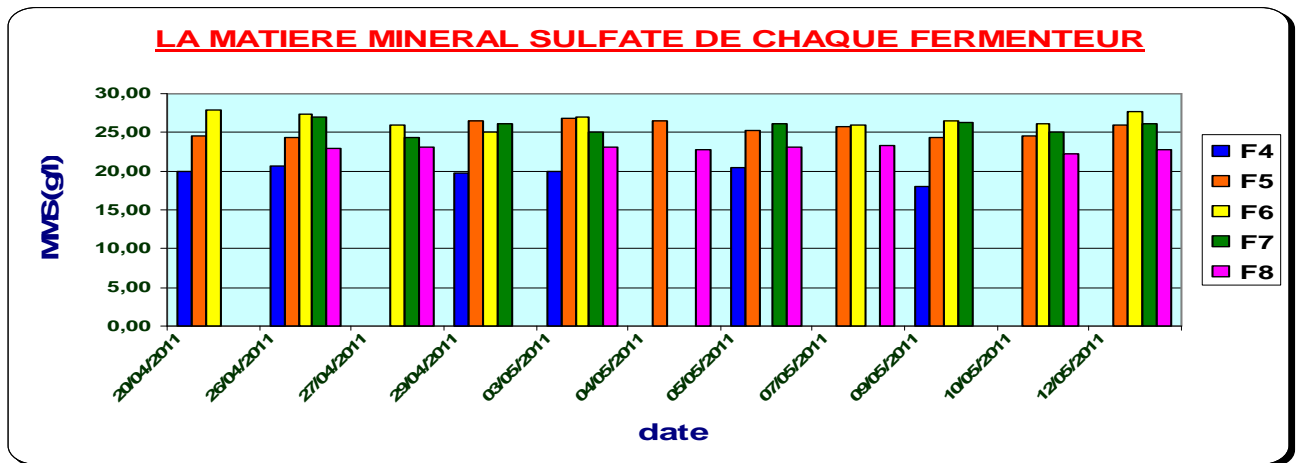
Le fermenteur 4 a une petite capacité donc il est moins chargé en mélasse qui est la principale nutrition pour la levure donc la teneur en matière sèche sera faible par rapport aux autres fermenteurs .

**3. La matière minérale sulfatée :**

➤ Les résultats :

	MMS (g/l)									
	Fermenteur 4		Fermenteur 5		fermenteur 6		Fermenteur 7		Fermenteur 8	
	sep1	sep1	Sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	
20/04/2011	19,90	24,60		27,90	1,85		1,71		1,80	
26/04/2011	20,60	24,40	11,20	27,30	1,21	27,04	1,13	22,90	1,60	
27/04/2011			10,60	26,00	1,03	24,40	1,60	23,15	1,23	
29/04/2011	19,70	26,50	11,80	25,06	1,39	26,11	1,94		1,35	
03/05/2011	20,00	26,80	12,00	27,00	1,20	25,04	1,80	23,12	1,29	
04/05/2011		26,40	12,60		1,19		1,46	22,75	1,39	
05/05/2011	20,50	25,30	12,00		1,29	26,05	1,55	23,13	1,49	
07/05/2011		25,70	11,70	25,90	1,90		1,37	23,21	1,29	
09/05/2011	18,00	24,40		26,50	1,29	26,23	1,12		1,99	
10/05/2011		24,50		26,20	1,09	25,04	1,40	22,25	1,66	
12/05/2011		26,00	11,00	27,70	1,30	26,06	1,30	22,76	1,40	
MOYENNE	19,78	25,46	11,61	26,62	1,34	25,75	1,49	22,91	1,50	
MAX	20,60	26,80	12,60	27,90	1,90	27,04	1,94	23,21	1,99	
MIN	18,00	24,40	10,60	25,06	1,03	24,40	1,12	22,25	1,23	
ECARTYPE	0,94	0,95	0,64	0,93	0,28	0,85	0,26	0,32	0,24	

**Tableau n° 5 :** Résultats de l'évolution de la matière minérale sulfatée des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs.

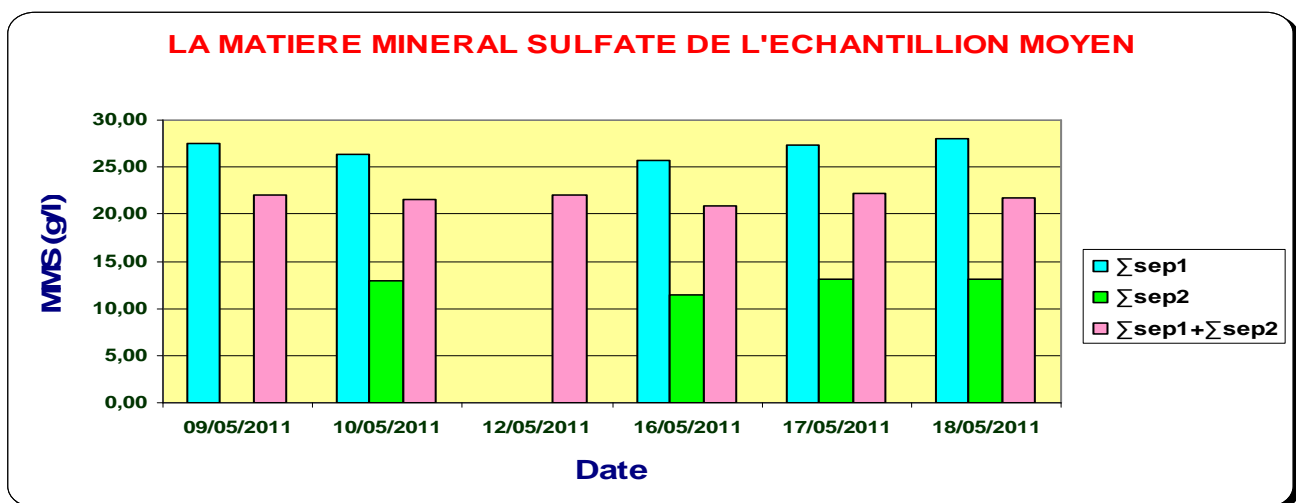


**Figure n°5:** Evolution de la matière minérale sulfaté des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

MMS (%)			
L'ECHANTILLION MOYEN			
	∑sep1	∑sep2	∑sep1+∑sep2
09/05/2011	27,54		22,08
10/05/2011	26,36	12,94	21,50
12/05/2011			22,10
16/05/2011	25,64	11,44	20,93
17/05/2011	27,38	13,02	22,27
18/05/2011	28,08	13,02	21,69
MOYENNE	27,00	12,61	21,76
MAX	28,08	13,02	22,27
MIN	25,64	11,44	20,93
ECARTYPE	0,98	0,78	0,50

**bleau n° 6 :** Résultats de l'évolution de la matière minérale sulfaté des moûts délévurés pour l'échantillon moyen

**Ta**  
des



**Figure n°6 :** Evolution de la matière minérale sulfaté des moûts délévurés pour l'échantillon moyen en fonction des dates de prélèvement.

➤ Interprétation :

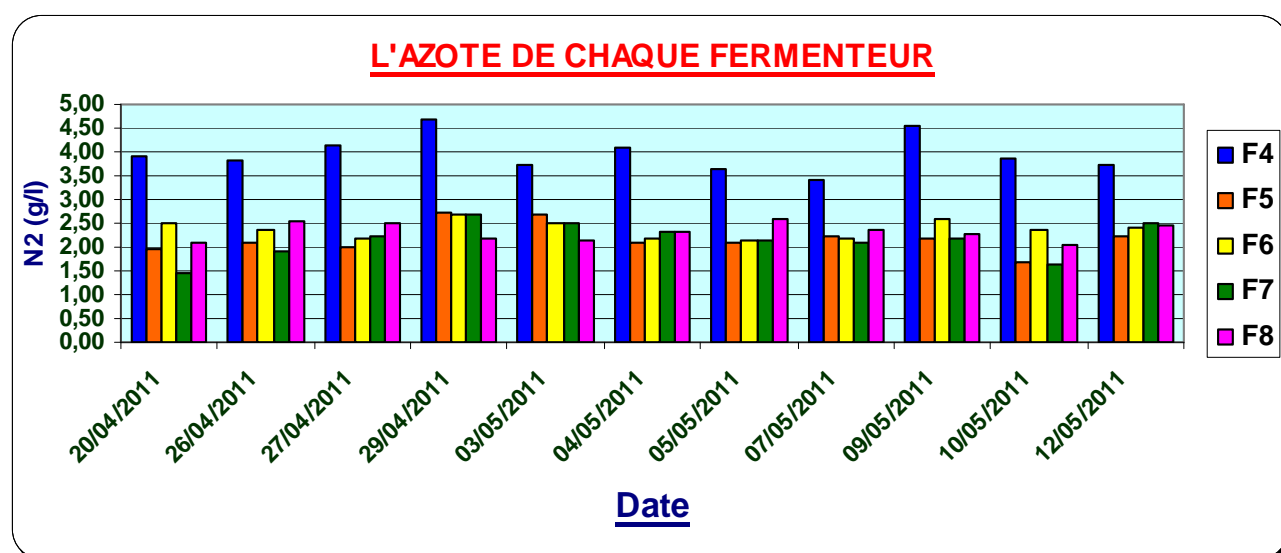
Selon l'histogramme, on observe que la teneur en matière minérale sulfatée du fermenteur 4 est moins élevée par rapport aux autres fermenteurs, car il a une petite capacité donc il ne contient pas beaucoup de mélasse qui est la source des minéraux. Par contre les autres fermenteurs sont chargés par la mélasse à cause de leur grande capacité.

#### 4. L'Azote :

##### ➤ Les résultats :

	N2 (g/l)									
	Fermenteur 4		Fermenteur 5		Fermenteur 6		Fermenteur 7		Fermenteur 8	
	sep1	sep1	Sep2	sep1	sep2	Sep1	sep2	sep1	sep2	
20/04/2011	3,89	1,97	0,9	2,5	1	1,47	1,6	2,11	1,15	
26/04/2011	3,80	2,08	0,79	2,37	1,18	1,89	1,11	2,55	1,28	
27/04/2011	4,13	2,01	0,80	2,20	1,19	2,24	1,17	2,48	1,09	
29/04/2011	4,66	2,75	0,84	2,67	1,90	2,70	1,20	2,16	1,12	
03/05/2011	3,74	2,66	0,78	2,51	1,09	2,52	1,24	2,12	1,17	
04/05/2011	4,11	2,09	0,94	2,18	1,08	2,30	1,04	2,30	1,02	
05/05/2011	3,65	2,09	0,93	2,15	1,06	2,12	1,13	2,58	1,02	
07/05/2011	3,40	2,24	0,80	2,17	1,07	2,09	1,16	2,35	1,00	
09/05/2011	4,56	2,16	0,85	2,57	1,01	2,18	1,19	2,27	1,08	
10/05/2011	3,85	1,66	0,95	2,37	1,09	1,62	1,11	2,04	1,15	
12/05/2011	3,75	2,22	0,92	2,40	1,05	2,50	1,01	2,44	1,12	
MOYENNE	3,96	2,18	0,86	2,37	1,16	2,15	1,18	2,31	1,11	
MAX	4,66	2,75	0,95	2,67	1,90	2,70	1,60	2,58	1,28	
MIN	3,40	1,66	0,78	2,15	1,00	1,47	1,01	2,04	1,00	
ECARTYPE	0,38	0,31	0,07	0,18	0,25	0,38	0,16	0,19	0,08	

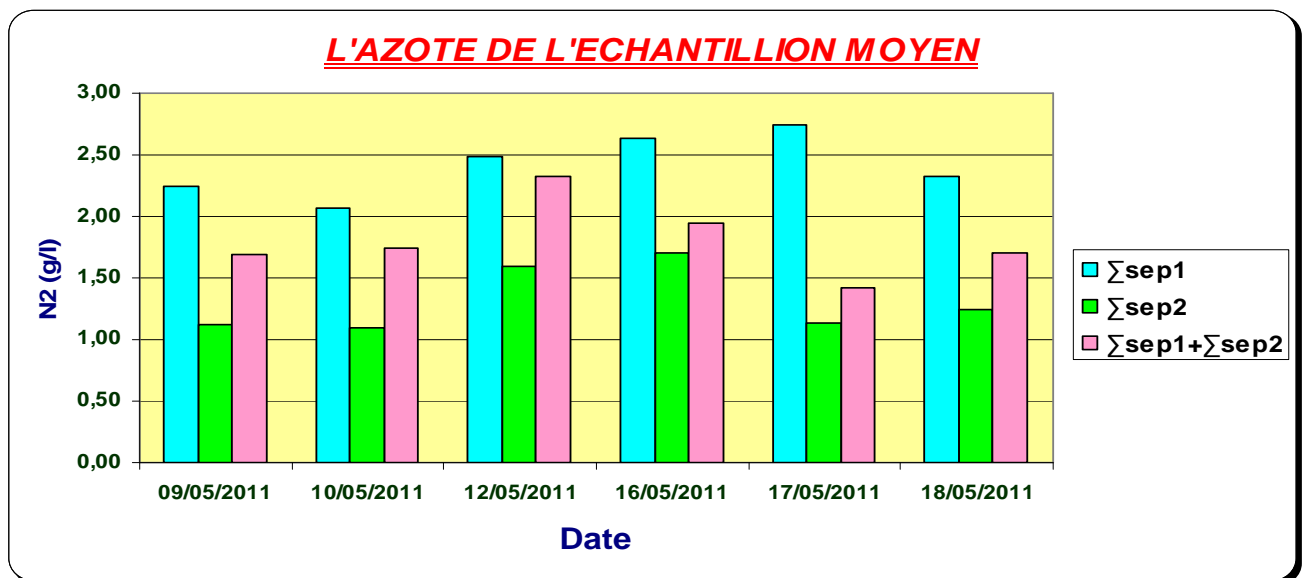
**Tableau n° 7 :** Résultats de l'évolution de l'azote des moûts délégués pour les cinq fermenteurs



**Figure n°7:** Evolution de l'azote des moûts délégués pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

N2 (g/l)			
L'ECHANTILLION MOYEN			
	$\Sigma$ sep1	$\Sigma$ sep2	$\Sigma$ sep1+ $\Sigma$ sep2
09/05/2011	2,24	1,12	1,69
10/05/2011	2,07	1,10	1,75
12/05/2011	2,48	1,60	2,32
16/05/2011	2,64	1,70	1,95
17/05/2011	2,75	1,14	1,42
18/05/2011	2,32	1,24	1,70
MOYENNE	2,42	1,32	1,81
MAX	2,75	1,70	2,32
MIN	2,07	1,10	1,42
ECARTYPE	0,26	0,26	0,30

**Tableau n° 8 :** Résultats de l'évolution de l'azote des moûts délévurés pour l'échantillon moyen.



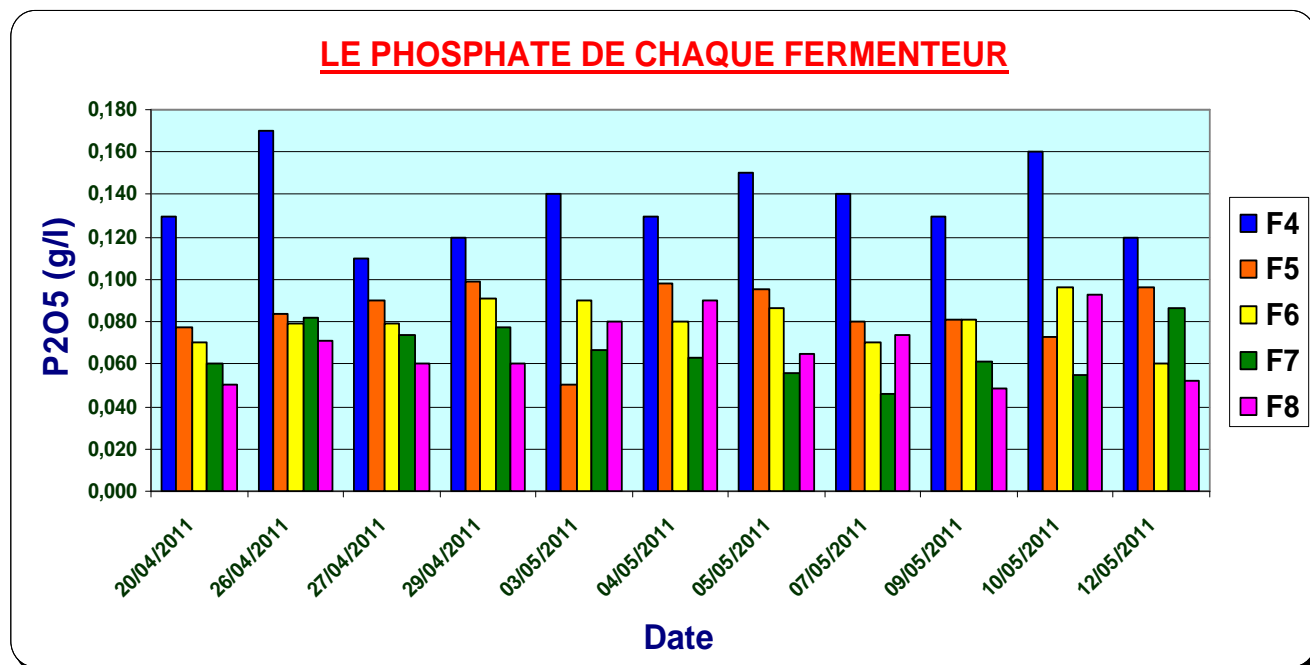
**Figure n°8 :** Evolution de l'azote des moûts délévurés pour l'échantillon en fonction des dates de prélèvement.

### **5. Le phosphate :**

➤ **Les résultats :**

	P2O5 (g/l)								
	Fermenteur 4	Fermenteur 5		Fermenteur 6		Fermenteur 7		fermenteur 8	
	Sep1	sep1	Sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	Sep2
20/04/2011	0,130	0,077	0,030	0,070	0,050	0,060	0,030	0,050	0,040
26/04/2011	0,170	0,084	0,004	0,079	0,060	0,082	0,070	0,071	0,050
27/04/2011	0,110	0,090	0,060	0,079	0,030	0,074	0,060	0,060	0,040
29/04/2011	0,120	0,099	0,029	0,091	0,020	0,077	0,030	0,060	0,030
03/05/2011	0,140	0,050	0,030	0,090	0,050	0,067	0,010	0,080	0,050
04/05/2011	0,130	0,098	0,050	0,080	0,050	0,063	0,050	0,090	0,030
05/05/2011	0,150	0,095	0,009	0,086	0,040	0,056	0,040	0,065	0,070
07/05/2011	0,140	0,080	0,004	0,070	0,010	0,046	0,020	0,074	0,060
09/05/2011	0,130	0,081	0,010	0,081	0,020	0,061	0,030	0,049	0,030
10/05/2011	0,160	0,073	0,005	0,096	0,030	0,055	0,030	0,093	0,060
12/05/2011	0,120	0,096	0,003	0,060	0,020	0,086	0,040	0,052	0,020
MOYENNE	0,136	0,084	0,021	0,080	0,035	0,066	0,037	0,068	0,044
MAX	0,170	0,099	0,060	0,096	0,060	0,086	0,070	0,093	0,070
MIN	0,110	0,050	0,003	0,060	0,010	0,046	0,010	0,049	0,020
ECARTYPE	0,018	0,014	0,020	0,011	0,016	0,012	0,017	0,015	0,016

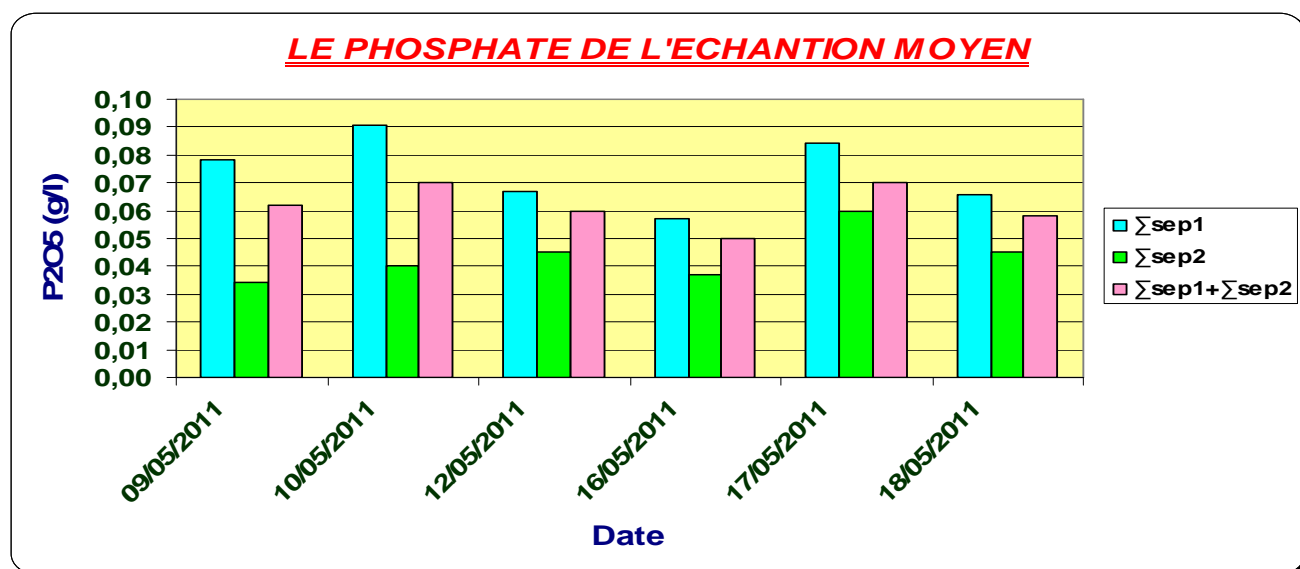
**Tableau n° 9 :** Résultats de l'évolution du phosphate des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs.



**Figure n°9 :** Evolution du phosphate des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

P2O5 (g/l)			
L'ECHNATILLION MOYEN			
	∑sep1	∑sep2	∑sep1+∑sep2
09/05/2011	0,08	0,03	0,06
10/05/2011	0,09	0,04	0,07
12/05/2011	0,07	0,05	0,06
16/05/2011	0,06	0,04	0,05
17/05/2011	0,08	0,06	0,07
18/05/2011	0,07	0,05	0,06
MOYENNE	0,07	0,04	0,06
MAX	0,09	0,06	0,07
MIN	0,06	0,03	0,05
ECARTYPE	0,01	0,01	0,01

**Tableau n° 10 :** Résultats de l'évolution du phosphate des moûts délévurés pour l'échantillon moyen.



**Figure n°10 :** Evolution du phosphate des moûts délévurés pour l'échantillon en fonction des dates de prélèvement.

➤ **Interprétation :**

L'azote et le phosphate sont deux paramètres qui évoluent en parallèle, ils indiquent le taux protéique.

Dans les deux histogrammes, on observe des valeurs très élevées pour le fermenteur 4 par rapport aux autres fermenteurs et ceci est dû à l'ajout d'azote existant dans l'extrait de levure, et d'ajout de phosphate sous forme de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  et comme la séparation dans ce fermenteur se fait sans eau le moût délévuré contiendra une teneur en azote et en phosphate très élevée

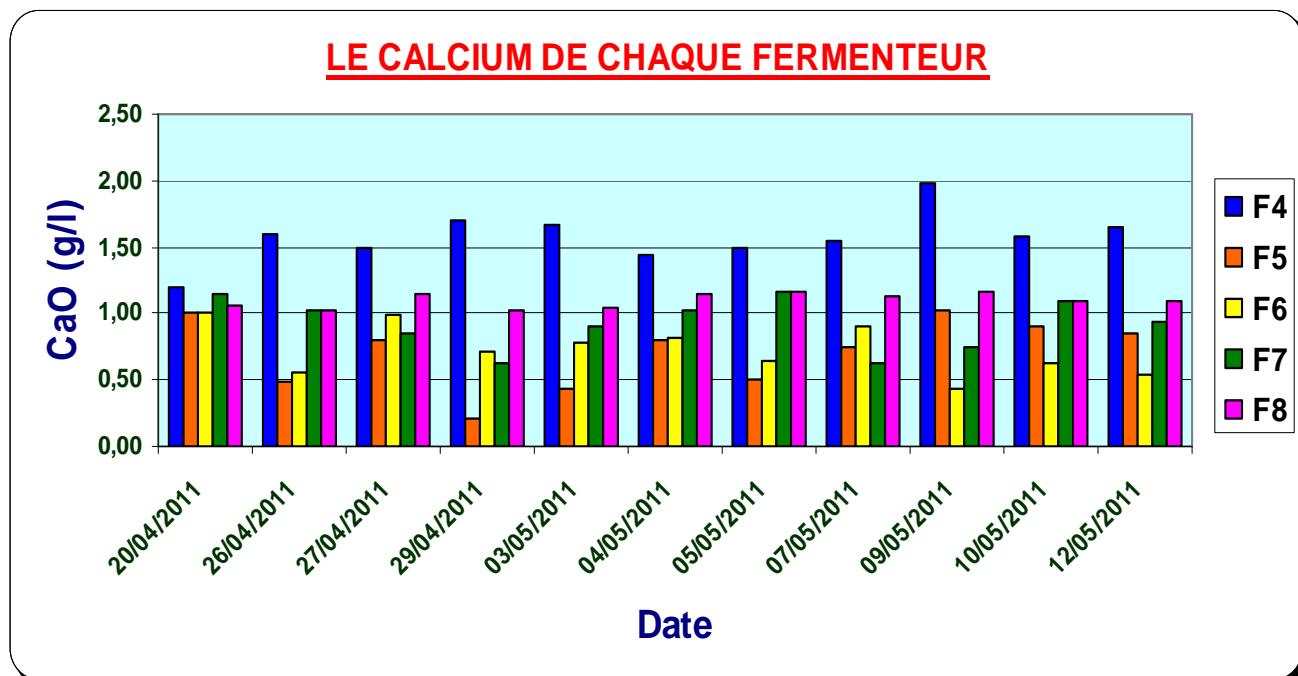
Par contre les autres fermenteurs subissent une dilution pendant la séparation ce qui diminue le taux protéique dans le moût délévuré.

**6. Le calcium :**

➤ **Les résultats :**

	CaO (g/l)									
	Fermenteur 4		Fermenteur 5		Fermenteur 6		Fermenteur 7		Fermenteur 8	
	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2
20/04/2011	1,20	0,60	1,00	0,60	1,01	0,48	1,15	0,25	1,06	0,24
26/04/2011	1,60	1,19	0,49	1,19	0,55	0,30	1,02	0,21	1,03	0,30
27/04/2011	1,50	0,28	0,79	0,28	0,99	0,39	0,85	0,20	1,14	0,45
29/04/2011	1,70	1,15	0,20	1,15	0,71	0,25	0,62	0,19	1,03	0,28
03/05/2011	1,67	1,26	0,43	1,26	0,78	0,45	0,91	0,31	1,05	0,15
04/05/2011	1,44	0,25	0,80	0,25	0,82	0,19	1,03	0,26	1,15	0,25
05/05/2011	1,50	0,34	0,50	0,34	0,65	0,21	1,17	0,33	1,16	0,35
07/05/2011	1,54	0,24	0,75	0,24	0,90	0,15	0,62	0,16	1,13	0,27
09/05/2011	1,98	0,95	1,02	0,95	0,43	0,31	0,75	0,19	1,17	0,40
10/05/2011	1,58	0,35	0,90	0,35	0,62	0,25	1,10	0,28	1,10	0,45
12/05/2011	1,65	0,30	0,85	0,30	0,54	0,23	0,93	0,23	1,09	0,37
MOYENNE	1,58	0,63	0,70	0,63	0,73	0,29	0,92	0,24	1,10	0,32
MAX	1,98	1,26	1,02	1,26	1,01	0,48	1,17	0,33	1,17	0,45
MIN	1,20	0,24	0,20	0,24	0,43	0,15	0,62	0,16	1,03	0,15
ECARTTYPE	0,19	0,42	0,26	0,42	0,19	0,11	0,20	0,05	0,05	0,09

**Tableau n°11 :** Résultats de l'évolution du calcium des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs.



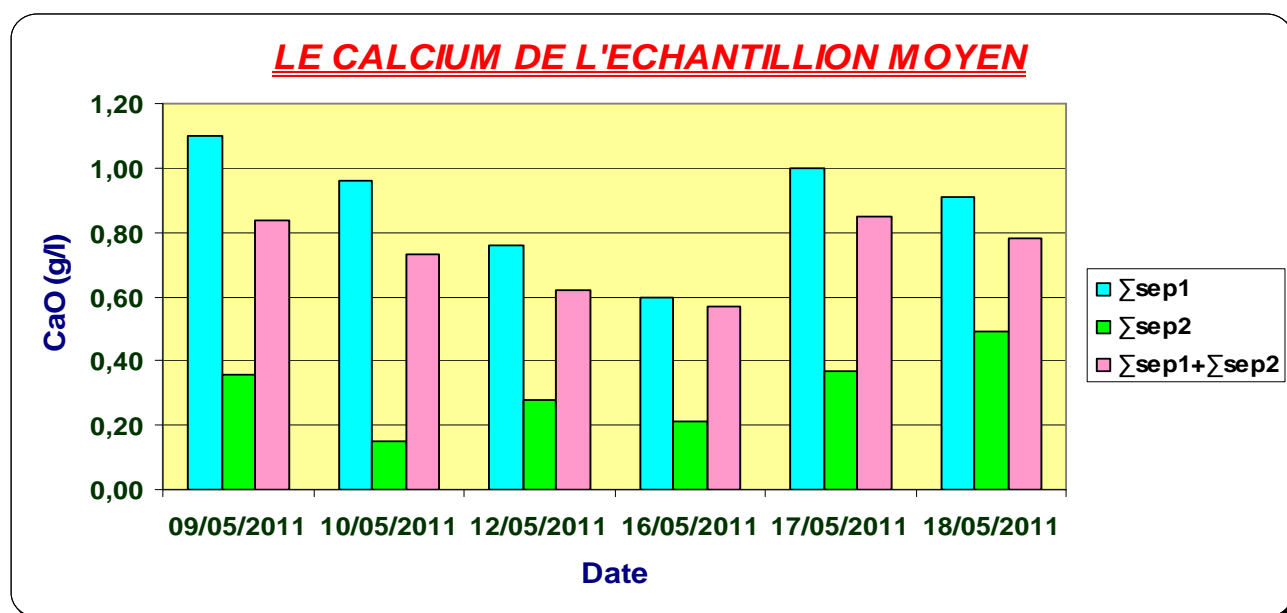
**Figure n°11 :** Evolution du calcium des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

CaO (g/l)



L'ECHANTILLION MOYEN			
	$\Sigma$ sep1	$\Sigma$ sep2	$\Sigma$ sep1+ $\Sigma$ sep2
09/05/2011	1,10	0,36	0,84
10/05/2011	0,96	0,15	0,73
12/05/2011	0,76	0,28	0,62
16/05/2011	0,60	0,21	0,57
17/05/2011	1,00	0,37	0,85
18/05/2011	0,91	0,49	0,78
MOYENNE	0,89	0,31	0,73
MAX	1,10	0,49	0,85
MIN	0,60	0,15	0,57
ECARTYPE	0,18	0,12	0,12

**Tableau n°12 :** Résultats de l'évolution du calcium des moûts délévurés pour l'échantillon moyen.



**Figure n°12 :** Evolution du calcium des moûts délévurés pour l'échantillon moyen en fonction des dates de prélèvement.

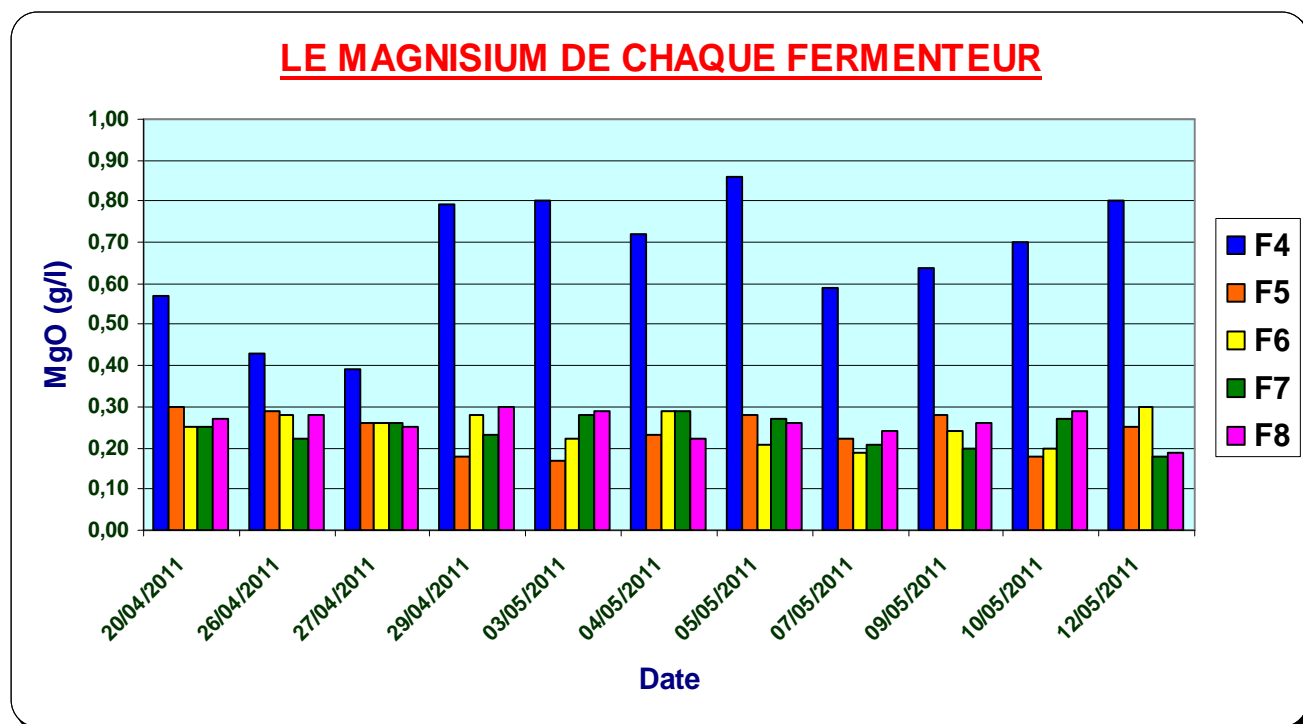
### 7. Le magnésium :

➤ Les résultats :

**Tableau n°13 :** Résultats de l'évolution du magnésium des moûts

	MgO (g/l)									
	Fermenteur 4		Fermenteur 5		Fermenteur 6		Fermenteur 7		Fermenteur 8	
	Sep1	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	sep1	sep2	
20/04/2011	0,57	0,30	0,09	0,25	0,14	0,25	0,09	0,27	0,20	
26/04/2011	0,43	0,29	0,11	0,28	0,16	0,22	0,17	0,28	0,15	
27/04/2011	0,39	0,26	0,16	0,26	0,17	0,26	0,12	0,25	0,11	
29/04/2011	0,79	0,18	0,14	0,28	0,18	0,23	0,13	0,30	0,13	
03/05/2011	0,80	0,17	0,18	0,22	0,11	0,28	0,15	0,29	0,21	
04/05/2011	0,72	0,23	0,16	0,29	0,10	0,29	0,10	0,22	0,12	
05/05/2011	0,86	0,28	0,10	0,21	0,19	0,27	0,16	0,26	0,18	
07/05/2011	0,59	0,22	0,12	0,19	0,15	0,21	0,18	0,24	0,14	
09/05/2011	0,64	0,28	0,12	0,24	0,18	0,20	0,11	0,26	0,21	
10/05/2011	0,70	0,18	0,14	0,20	0,16	0,27	0,19	0,29	0,10	
12/05/2011	0,80	0,25	0,08	0,30	0,13	0,18	0,16	0,19	0,02	
MOYENNE	0,66	0,24	0,13	0,25	0,15	0,24	0,14	0,26	0,14	
MAX	0,86	0,30	0,18	0,30	0,19	0,29	0,19	0,30	0,21	
MIN	0,39	0,17	0,08	0,19	0,10	0,18	0,09	0,19	0,02	
ECARTYPE	0,16	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,06	

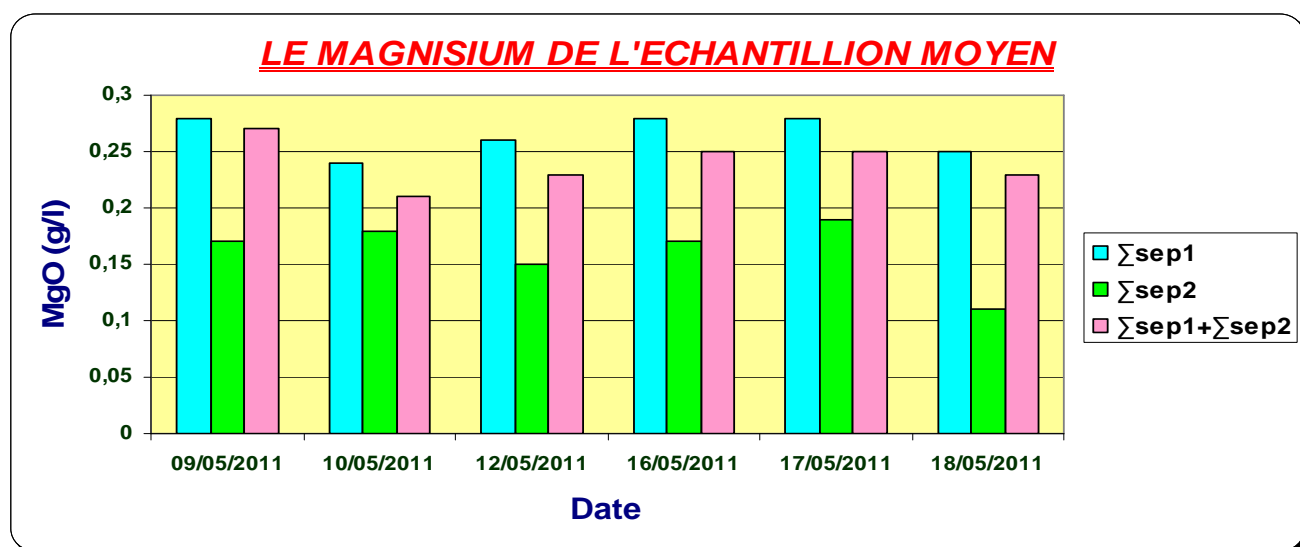
délivrés pour les cinq fermenteurs.



**Figure n°13:** Evolution du magnésium des moûts délivrés pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

MgO (g/l)			
L'ECHNATILLION MOYEN			
	$\Sigma$ sep1	$\Sigma$ sep2	$\Sigma$ sep1+ $\Sigma$ sep2
09/05/2011	0,28	0,17	0,27
10/05/2011	0,24	0,18	0,21
12/05/2011	0,26	0,15	0,23
16/05/2011	0,28	0,17	0,25
17/05/2011	0,28	0,19	0,25
18/05/2011	0,25	0,11	0,23
MOYENNE	0,27	0,16	0,24
MAX	0,28	0,19	0,27
MIN	0,24	0,11	0,21
ECARTYPE	0,02	0,03	0,02

**Figure n°14 :** Evolution du magnésium des moûts délévurés pour l'échantillon moyen en fonction des dates de prélèvement.



**Figure n°14 :** Evolution du magnésium des moûts délévurés pour l'échantillon moyen en fonction des dates de prélèvement.

➤ Interprétation :

Le calcium et le magnésium sont deux paramètres qui évoluent proportionnellement en parallèle.

On constate selon les deux histogrammes que la teneur en calcium et magnésium dans le fermenteur 4 est très élevée par rapport aux autres fermenteurs et cela on peut l'expliquer par l'ajout des produits contenant le calcium et magnésium pour éviter tout risque de contamination, plus la mélasse qui est riche en éléments minérales.

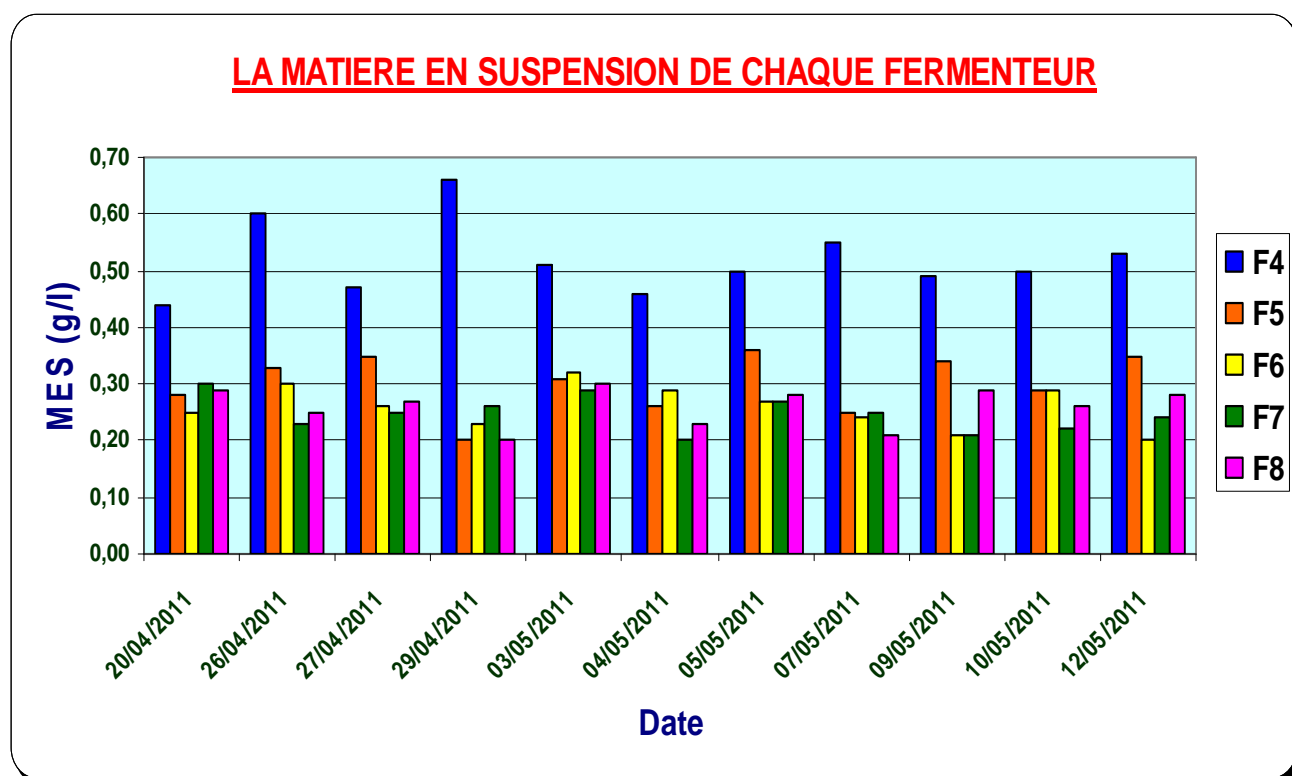
L'effet de dilution pendant la séparation dans les autres fermenteurs diminue la teneur de ces deux paramètres.

**8. La matière en suspension :**

➤ Les résultats :

	MES (g/l)								
	Fermenteur 4	Fermenteur 5		fermenteur 6		Fermenteur 7		Fermenteur 8	
	Sep1	sep1	sep2	sep1	sep2	Sep1	sep2	sep1	sep2
20/04/2011	0,44	0,28	0,15	0,25	0,12	0,30	0,10	0,29	0,15
26/04/2011	0,60	0,33	0,16	0,30	0,10	0,23	0,13	0,25	0,10
27/04/2011	0,47	0,35	0,18	0,26	0,09	0,25	0,17	0,27	0,13
29/04/2011	0,66	0,20	0,10	0,23	0,19	0,26	0,12	0,20	0,10
03/05/2011	0,51	0,31	0,20	0,32	0,20	0,29	0,09	0,30	0,20
04/05/2011	0,46	0,26	0,14	0,29	0,11	0,20	0,18	0,23	0,12
05/05/2011	0,50	0,36	0,21	0,27	0,12	0,27	0,11	0,28	0,20
07/05/2011	0,55	0,25	0,13	0,24	0,10	0,25	0,15	0,21	0,16
09/05/2011	0,49	0,34	0,22	0,21	0,18	0,21	0,16	0,29	0,18
10/05/2011	0,50	0,29	0,15	0,29	0,15	0,22	0,17	0,26	0,17
12/05/2011	0,53	0,35	0,24	0,20	0,13	0,24	0,20	0,28	0,10
MOYENNE	0,52	0,30	0,17	0,26	0,14	0,25	0,14	0,26	0,15
MAX	0,66	0,36	0,24	0,32	0,20	0,30	0,20	0,30	0,20
MIN	0,44	0,20	0,10	0,20	0,09	0,20	0,09	0,20	0,10
ECARTYPE	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04

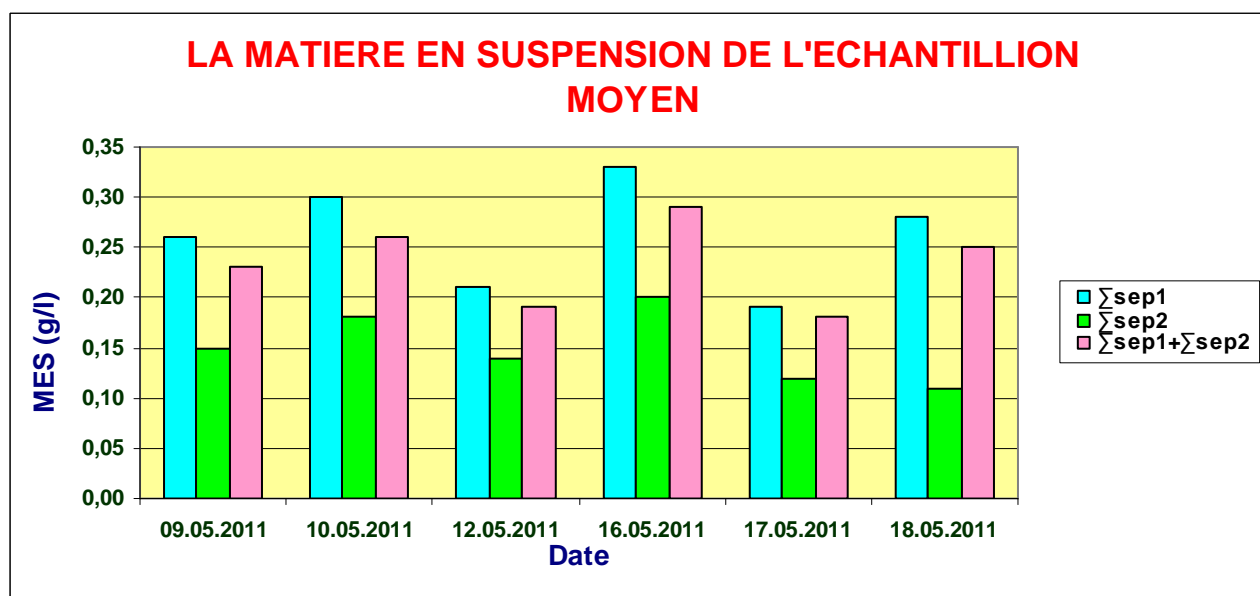
**Tableau n°15 :** Résultats de l'évolution de la matière en suspension des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs.



**Figure n°15 :** Evolution de la matière en suspension des moûts délévurés pour les cinq fermenteurs en fonction des dates de prélèvement.

MES (g/l)			
L'ECHANATILLION MOYEN			
	$\Sigma$ sep1	$\Sigma$ sep2	$\Sigma$ sep1+ $\Sigma$ sep2
09/05/2011	0,26	0,15	0,23
10/05/2011	0,30	0,18	0,26
12/05/2011	0,21	0,14	0,19
16/05/2011	0,33	0,20	0,29
17/05/2011	0,19	0,12	0,18
18/05/2011	0,28	0,11	0,25
MOYENNE	0,26	0,15	0,23
MAX	0,33	0,20	0,29
MIN	0,19	0,11	0,18
ECARTYPE	0,05	0,03	0,04

**Tableau n°16 :** Résultats de l'évolution de la matière en suspension des moûts délévurés pour l'échantillon moyen en fonction des dates de prélèvement.



**Figure n°16 :** Evolution de la matière en suspension des moûts délévurés pour l'échantillon en fonction des dates de prélèvement.

➤ Interprétation :

Pour les fermenteurs 5, 6, 7, et 8 ils ont des valeurs approchés car ils ont les mêmes conditions nutritives et le même mode de séparation.

Le fermenteur 4 a des valeurs très élevées en matière en suspension car il est plus concentré en mélasse et en sels nutritifs et puisque la séparation se fait sans eau donc les moûts délévurés sera d'une couleur foncé ce qui implique l'augmentation des déchets et des particules fines selon le principe de la matière en suspension.

## CONCLUSION

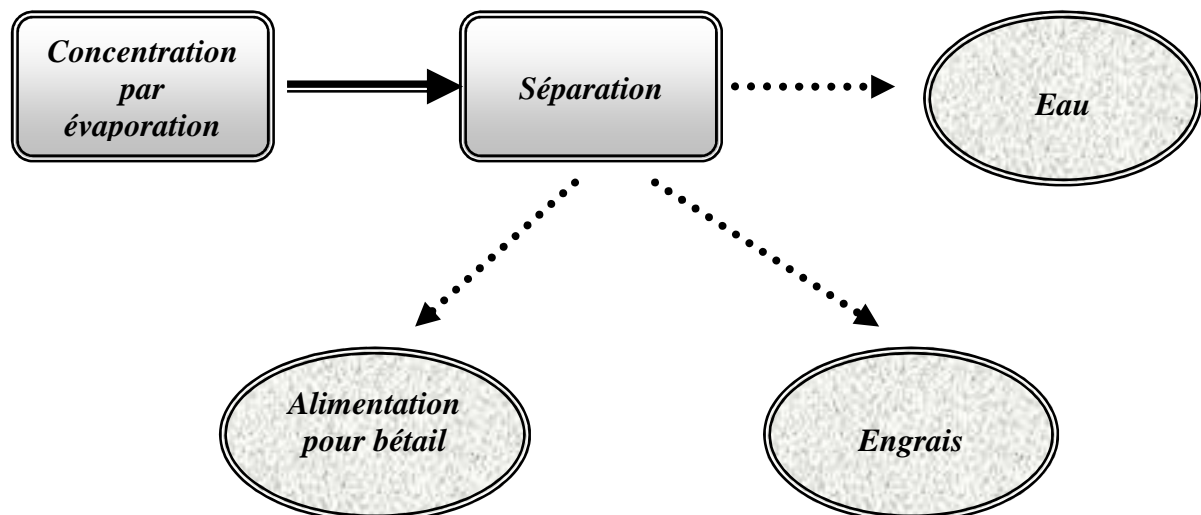
Les analyses que nous avons effectuées sur les mouts délévurés, montrent nettement qu'ils sont très riches en matières protéiques, phosphate, azote et en sels minéraux.

Pour valoriser ces coproduits, nous recommandons la société à installer une unité de transformation des moûts de fermentation (ou délévurés) par l'installation d'une unité d'évaporation. Ce procédé permet de récupérer deux produits :

- ✚ Un engrais
- ✚ Un aliment de bétail

De plus, dans le cadre de démarches volontaires, les sociétés industrielles, entreprend régulièrement de nombreuses initiatives afin de préserver l'environnement.

### Valorisation des coproduits :





# Références Bibliographiques



-  <http://fr.wikipedia.org/wiki/fermentation>
-  [www.google.com](http://www.google.com)
-  <http://www.lesaffre.com/fr/>
-  <http://www.lesaffrehumancare.fr/>