



Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'analyse chimique et contrôle de qualité

TACCQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Evaluation des résultats d'analyses des paramètres physico-
chimiques au niveau de la nouvelle station des rejets à
LESSAFRE MAROC**

Présenté par :

◆ **Salma MEKKAOUI**

Encadré par :

◆ **Mr Ali BENNANI (Société)**

◆ **Pr Khalid MISBAHI (FST)**

Soutenu Le 15 Juin 2012 devant le jury composé de:

- **Pr Youssef KANDRI RODI**

- **Pr Hamid WAHBI**

- **Pr Khalid MISBAHI**

Stage effectué à LESSAFRE MAROC

Année Universitaire 2011 / 2012

I. Présentation de la société LESAFFRE MAROC

Créé en 1975, la SODERS est depuis 1993 majoritairement détendue par le groupe français LESAFFRE. Elle est aussi devenue la première entreprise privatisée du Maroc. Elle bénéficie de l'expérience et de la maîtrise technique du leader mondial de la fabrication de levure de panification.

La SODERS fabrique et commercialise au Maroc de la levure et des améliorants de panification de marque suivante :

- ❖ **Jaouda** levure fraîche.
- ❖ **Rafia et Nevada** comme levure sèche, ainsi qu'un type spécial destiné pour saturer les besoins des forces armées royales (FAR) en levure.
- ❖ **IBIS bleu et Magimix** comme améliorants, ces derniers apportent aux consommateurs le pain qu'ils apprécient que ce soit en terme de volume, de texture couleur, de conservation et bien sur de goût.

Par ailleurs, le service qualité du groupe LESAFFRE assure un suivi des produits en réalisant quotidiennement des contrôles, depuis la réception des matières premières jusqu'à la livraison aux clients. Il valide à chaque étape de fabrication la conformité des produits avec cahier de charges très strict.

1-Historique du groupe

- ❖ **1853** : Louis Lesaffre-Roussel et Louis Bonduelle-Dalle créent une distillerie d'alcool de grains et de genièvre à Marquette-lez-Lille.
- ❖ **1863** : Acquisition du premier moulin à Marcq-en-Barœul. C'est à partir de ce site que se développera la Société Industrielle Lesaffre qui se révélera progressivement comme l'élément moteur et le support de l'essor industriel et commercial de la branche levure du Groupe.
- ❖ **1895** : Naissance de la marque de levure l'hirondelle. Une hirondelle dont le dessin va évoluer au fil du temps, jusqu'à devenir l'emblème du Groupe en 2003.
- ❖ **1930** : L'environnement est déjà une préoccupation majeure pour Lesaffre. C'est donc l'une des premières levureries au monde à opter pour la solution d'évaporation en remplacement de l'épuration des rejets (couteuse et imparfaite). Cette technique induit une fermentation en milieu très concentré qui permet d'obtenir une qualité irréprochable.
- ❖ **1973** : Première production de levure sèche instantanée.
- ❖ **1975** : **Lesaffre s'est installé au centre nord du Maroc à Fès dès 1975, d'abord sous le nom de SODERS puis de Lesaffre Maroc en 2006.**
- ❖ **2007** : Construction d'une usine d'extrait de levure en Iowa, Construction d'une unité de production en Chine, Acquisition des activités levure de Gilde (Amérique du Sud, Royaume-Uni, Export).
- ❖ **2012** : Installation d'une station du traitement des rejets à LESSAFRE Maroc.

I. Laboratoire contrôle de qualité

Le laboratoire d'analyses de Lesaffre Maroc, dans sa nouvelle conception, joue un rôle très important dans la démarche qualité qui constitue l'une des priorités de la société. Il est composé de deux laboratoires :

1-Laboratoire physico-chimique

Il est équipé de matériel sophistiqué, alimenté de différents types d'eaux (eau adoucie, eau distillée, eau de ville) utilisées selon les besoins, et emploie un personnel qualifié qui effectue quotidiennement des analyses physico-chimiques (PH, conductivité, dosage de l'azote, dosage de phosphate,..) et veille toujours à bien respecter les consignes du chef de laboratoire qui lui-même participe à l'application du plan de contrôle.

Ce laboratoire est divisé en trois parties :

- ❖ Salle de panification où s'évalue la force panaire.
- ❖ Salle de stockage de matériel et des produits initiaux.
- ❖ Salle d'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.

2-Laboratoire de microbiologie

La validité des contrôles microbiologiques nécessite notamment des résultats d'analyses fiables. La fiabilité des résultats implique l'utilisation de méthodes validées et mise en œuvre par un laboratoire compétent. C'est pour cela que la société Lesaffre exige un matériel suffisant et moderne, des techniques d'identification des micro-organismes assez rigoureuses imposées par le groupe, un système d'épuration d'air, un personnel qualifié et expérimenté et un climat professionnel.

Ce laboratoire est divisé en quatre parties :

- ❖ Salle des pathogènes où s'effectuent les analyses des germes pathogènes.
- ❖ Salle des préparations des milieux de culture.
- ❖ Salle de stockage des matières premières
- ❖ Salle d'analyses bactériologiques.

II. Description du Procédé de fabrication de la levure

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 la levure sont des champignons uniques. C'est l'association des levures sélectionnées et de procédé industriel qui permet d'obtenir des produits performants et adaptés aux attentes des utilisateurs.

Le procédé de fabrication de la levure passe par trois échelles à savoir:

- ❖ L'échelle laboratoire
- ❖ L'échelle semi-industrielle
- ❖ L'échelle industrielle

I- L'échelle laboratoire :

Chaque mois, la société LESSFRE 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 sontensemencées dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures ce qui permet de préparer 60 tubes par mois. Cette étape exige un travail dans des conditions strictement aseptiques pour éviter tout risque de contamination.

Le contenu des tubes est transvasé dans une petite icône appelée « van Lear » dont le milieu nutritif très riche rendra possible une première multiplication et donc la production de nombreuses cellules exactement identiques.

Puis le contenu de « Van Lear » est ensuite versé dans une icône plus grande appelée « Carlsberg » où il se multiplie à nouveau à une température de 28°C pendant 24 h avec agitation pour aérer la levure.

Enfin, on obtient une quantité de levure suffisante, pour passer à l'échelle semi-industrielle qui se déroule dans une cuve de 800 litres.

II- L'échelle semi-industrielle

2.1 La pré-fermentation :

Après incubation dans la cuve de 800 L la levure se poursuit dans un pré-fermenteur contenant de l'eau, du sulfate de magnésium, des vitamines, l'eau de javel pour le lavage, et de l'acide sulfurique ainsi que l'oxygène qui provient de l'air. La mélasse, le sulfate d'ammonium et le mono ammonium phosphate sont ajoutés graduellement au cours de la pré-fermentation selon les besoins de la levure.

2.2 La fermentation de la levure mère :

Le contenu du pré-fermenteur est pompé dans un fermenteur alimenté par l'urée, ainsi que les éléments nutritifs ajoutés précédemment. Cette opération dure environ 16h et se déroule dans un milieu suffisamment oxygéné pour favoriser le développement de la biomasse.

2.3 Séparation :

Les cellules de la levure sont séparés du mout dans des séparateurs qui fonctionnent par centrifugation, on obtient un liquide léger c'est le mout déluveré qui se dirige vers la nouvelle station des effluents, et un liquide dense « la crème » qui repart vers les fermenteurs.

2.4 Stockage :

La crème est refroidie à 4°C et stockée dans des cylindres.
L'acide sulfurique pour éviter toute sorte de contamination.

Le sel qui joue un rôle très important dans le nettoyage des cellules de *Saccharomyces Cerevisiae* et la régulation de la matière sèche.

Le schéma suivant résume le procédé de fabrication de la levure a l'échelle laboratoire et semi-industriel :

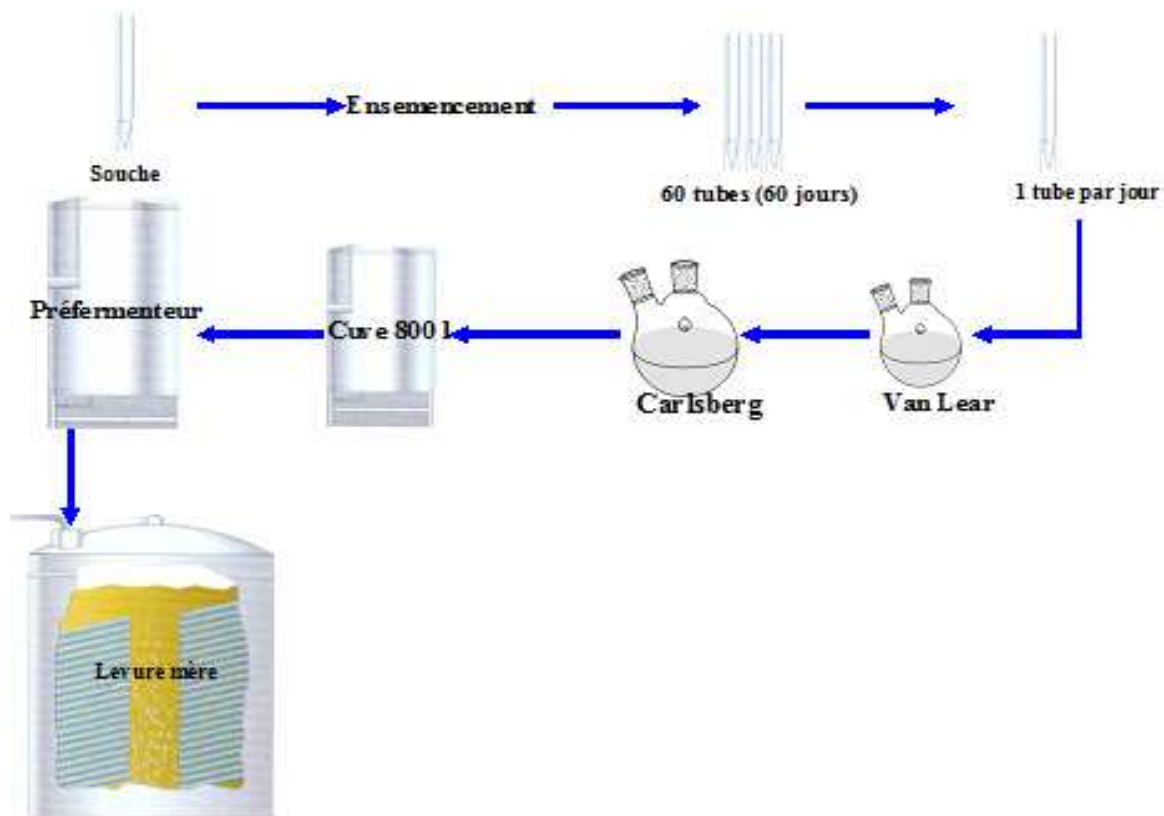


Figure 1 : Schéma de la production à l'échelle laboratoire et semi- industrielle

3-L'échelle industrielle

3.1 Traitement de la mélasse :

La mélasse qui compose le milieu nutritif de la levure est fournie à LESAFFRE Maroc par plusieurs sociétés de sucreries telles : SUCRAL, SUTA

Avant d'arriver à la station de traitement, la mélasse est stockée dans des tanks, pour avoir une homogénéisation assurée par des pompes.

La mélasse brute subit une dilution dans une cuve a température 70°C grâce à l'eau chaude et la vapeur d'eau pour diminuer sa viscosité. Ensuite elle subit une clarification qui est une séparation mécanique, par action de la force centrifuge, de deux phases ayant une densité différente, ce qui entraîne une élimination des impuretés des impuretés solides « les boues ».

Débourbage : C'est l'évacuation des déchets accumulés dans la base du clarificateur qui se dirige vers la nouvelle station.

La mélasse diluée et clarifiée est stérilisée par injection de la vapeur d'eau, ensuite elle passe dans un échangeur à plaque pour être refroidir, pour alimenter la fermentation de la levure.

3.2 Fermentation de la levure commerciale :

La crème préparée constitue le pied d'ensemencement pour la fabrication commerciale. Cette étape de fermentation se déroule dans des fermenteurs de capacité plus grande pour obtenir le produit fini, son principe est le même que celui de la fermentation de la levure mère. Après 16h de fermentation, le contenu est refoulé vers la séparation.

3.3 Séparation de la levure commerciale :

Cette station comporte deux lignes de séparation en parallèle, au niveau de chaque ligne se trouvent deux séparateurs montés en série, le premier sépare le mout délevuré de la crème et le deuxième fini le travail en mélangeant la crème avec l'eau pour éliminer le maximum de mout délevuré.

3.4 La filtration et emballage de la levure fraîche :

La filtration est un procédé de séparation permettant de séparer les constituants d'un mélange qui possède une phase liquide et une phase solide au travers d'un milieu poreux.

La filtration se fait à l'aide de trois deshydrateurs rotatoires sous vide contenant une couche filtrante d'amidon et munis de racleurs. L'emballage s'effectue grâce à une machine spéciale, constituée d'une boudineuse, découpeuse et d'une enveloppeuse. Quand le gâteau de la levure fraîche passe par cette machine, on aura à la fin un produit fini sous forme de paquets 500g de poids, placé ensuite dans des cartons disposés sur des palettes de manière à avoir un vide entre eux pour faciliter la circulation de l'air froid.

3.5 Conditionnement de la levure sèche :

La crème destinée à la fabrication de la levure sèche à un pH acide et une conductivité élevée qui mènent à un bon séchage.

Après déshydratation de la crème, le gâteau obtenu passe dans une vis-sans-fin, qui fait monter vers la boudineuse où il est mélangé avec un émulsifiant qui fait blanchir la levure et rend ses cellules plus résistantes. Ensuite, il y a formation d'un râpé qui descend dans le bol des sécheurs.

Il ya deux types de levures sèches :

- ❖ La **SPH** (levure sèche active), sous forme de petits grains sphériques, sa durée de séchage est d'environ quatre heures pour une quantité de 400 Kg à 500 kg et effectuée à 45°C.

Elle est séchée de manière à obtenir 93 à 94% de matière sèche.

- ❖ La **SPI** (levure sèche instantanée) sous forme des bâtonnets, elle a une durée de séchage réduite, 20min environ pour une quantité de 1000 kg, elle est caractérisée par une force de fermentation supérieure à celle de la SPH. Elle est séchée de manière à obtenir 95% à 96% de matière sèche.

3.6 Conservation :

La levure fraîche est conservée à 4°C, alors que la levure sèche est conservée à température ambiante.

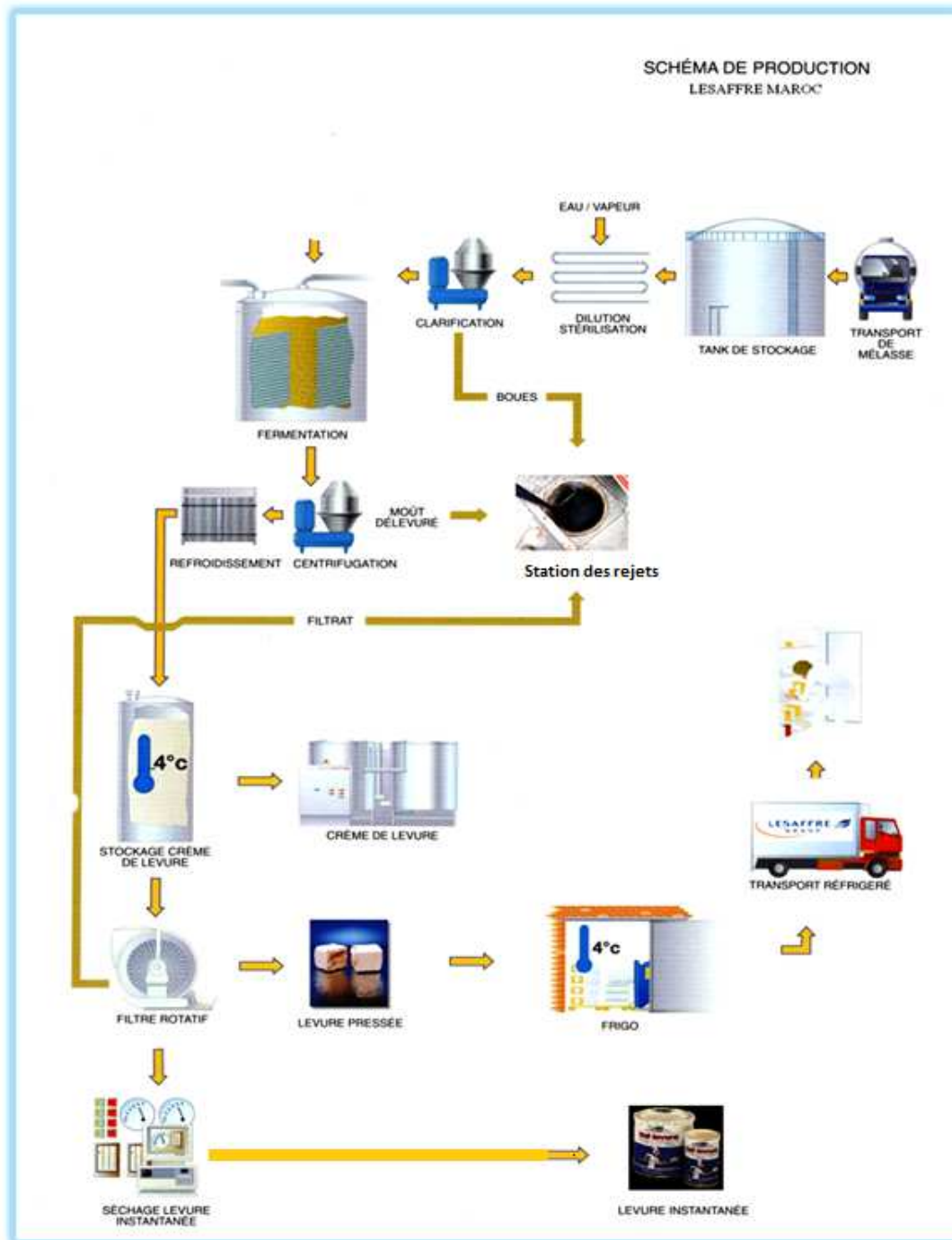


Figure 2 : Schéma de production de la levure LESAFFRE MAROC

I. La nouvelle station des rejets

Toute activité industrielle engendre **des rejets polluants** qui renferment tous les sous-produits et les pertes de matières premières qui n'ont pu être récupérées ni recyclées, c'est pour cela que la société Lesaffre Maroc a installé une nouvelle station pour réaliser des traitements physico-chimiques qui visent à piéger (décantation) et à transformer chimiquement les substances polluantes (neutralisation) selon la nature des polluants et l'exigence de dépollution requise. Cette station a pour objectif de traiter les rejets (pré-station) au cours de la production.

1-Description des rejets (pré-station) :

Ces rejets se compose principalement de :

- ❖ des Mouts délevurés pour lequel sont réalisés des prélèvements issus du premier séparateur de la levure mère ou commerciale.
- ❖ Les boues du débouillage de la mélasse pour lesquels sont réalisés des prélèvements sont transvidées vers la station.
- ❖ L'eau de filtration de la levure sèche ou fraîche.
- ❖ L'eau de nettoyage.

2- Description de la nouvelle station :

Les différents rejets se rassemblent dans un collecteur principal (d'où on extrait un prélèvement), ensuite pompé dans une cuve qui comporte un pH-mètre pour subir une neutralisation (pH=7).

Le mélange est versé par la suite dans un puit de décantation avant de réaliser des analyses du surnageant, le flottant se dirige vers les égouts finals pour être analysé.

Le schéma suivant résume le circuit de la station des rejets :

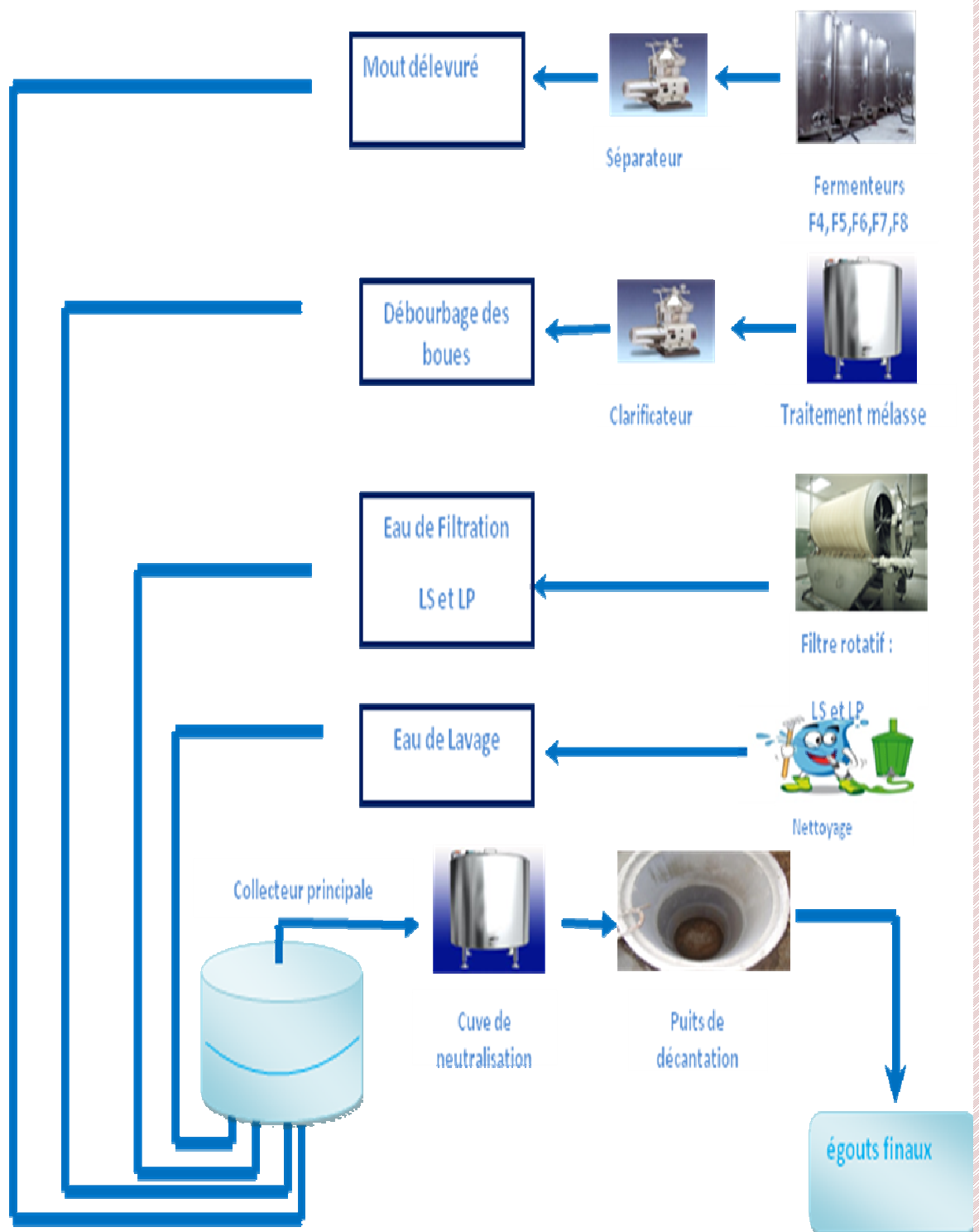


Figure : Schéma descriptive de la nouvelle station des rejets

Partie pratique

Introduction

On a procédé aux analyses suivants qui ont pour but de caractériser les différents effluents de la production et juger l'efficacité de la station

II. Les analyses physico-chimiques :

Pour pouvoir effectuer ces analyses sur les rejets, nous avons été amenés à prélever plusieurs échantillons au cours de la production de la levure à partir :

- ❖ Des mouts delevurés des 5 fermenteurs : F4, F5, F6, F7 et F8 ;
- ❖ De l'eau de filtration
- ❖ Et au niveau de la station.

Il est noté qu'on n'a pas pu prélever l'eau de nettoyage qui se transvase directement dans le collecteur principale.

Une fois que ces prélèvements ont été effectués, on a passé ensuite aux analyses de :

1- pH ou potentiel d'hydrogène :

Le choix de l'indicateur pH nous permettra de mesurer la concentration en ions H^+ d'une solution, ainsi il traduira la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 sachant que la valeur $pH=7$ étant le pH de neutralisation.

Pour effectuer cette analyse du pH, on a utilisé, au niveau du laboratoire de Lesaffre Maroc, des appareils électroniques (pH-mètres) qui permettront une mesure assez précise de la valeur du pH (à condition d'être correctement étalonnés), en immergeant l'électrode de mesure dans la solution et en lisant directement la valeur du pH sur l'écran électronique du pH-mètre.

2- La conductivité :

Le deuxième indicateur qui est la conductivité électronique se traduira par la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électronique. Cette mesure s'effectuera en immergeant dans la solution une cellule de mesure comportant l'électrode afin d'afficher directement sur l'écran électronique du conductimètre la valeur correspondante de la conductivité en ms/cm .

3-Dosage de l'azote de kjeldhal

Le but de l'analyse de l'azote et de calculer le taux de ce dernier dans l'échantillon, à cet effet il faut d'abord procéder à la minéralisation du composé lorsque l'azote est sous forme organique, afin de passer à l'azote minéral, tout en détruisant la molécule organique en l'oxydant à l'ébullition par H_2SO_4 concentré, en présence d'un catalyseur.

Cette ébullition nous permettra d'éliminer les composants suivants :

- | | | |
|---|--|-------------|
| ❖ | | Le carbone |
| | sous forme de CO_2 . | |
| ❖ | | l'hydrogène |
| | e sous forme de H_2O . | |
| ❖ | | le soufre |
| | sous forme de SO_2 | |
| ❖ | | l'azote |
| | reste en solution sous forme de NH_4^+ . | |

L'ammonium formé est transformé en ammoniac par un excès de base d'une solution de NaOH 30% puis entraîné par un excès d'acide borique H_3BO_4 à 2% vers l'appareil de distillation :



Figure3 :l'appareil de distillation

Afin de prendre les mesures nécessaires pour notre analyse de l'azote ont a procédé comme suit :

- ❖ On dilue de 50 ml de l'échantillon dans 100 ml d'eau ;
- ❖ On introduit dans un matras 10 ml de l'échantillon dilué, 5 ml d'acide sulfurique concentré et une demi-tablette du catalyseur de kjeldhal ;
- ❖ On porte le matras à 370°C pendant une heure pour atteindre la minéralisation (voir réaction (1)).
- ❖ On ajuste le contenu à 100 ml dans une fiole jaugée de 100 ml après minéralisation et refroidissement.
- ❖ On prélève 50 ml de cette solution et on la transmit dans le matras ;
- ❖ On place le tube dans le distillateur ;
- ❖ On ajoute 20 ml de la soude à 30% dans le matras et 20 ml de l'acide borique à 2% dans le bécher de BUCHI
- ❖ On Démarre la distillation (voir réaction (2 et 3)).
- ❖ On titre le distillat récupéré avec H_2SO_4 0,05 N à l'aide d'un titreur automatique tout en introduisant l'électrode et un pH-mètre dans le bécher tout en agitant (voir réaction (4)).

Les réactions des différentes étapes :

Minéralisation

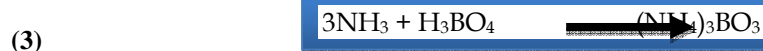


Distillation

Déplacement par l'acide en excès:



Entraînement par distillation dans l'acide borique en excès :



Titration par l'acide sulfurique

Titrage du borate d'ammonium par l'acide sulfurique



Pour calculer la teneur en azote on utilise la relation suivante :

$$\text{N}_2 (\text{g} / \text{l}) = ((V_{\text{éch}} - V_{\text{b}}) \times 0.07 \times 10 \times \text{Fd}) / \text{PE}$$

V_{éch} : Volume de l'acide sulfurique nécessaire pour doser la quantité d'azote dans l'échantillon.
V_b : Volume de l'acide sulfurique nécessaire pour doser la quantité d'azote dans le blanc.
PE : Prise d'essai du rejet
FD : Facteur de dilution

4-Dosage du 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 un digesteur à 600°C pendant une heure, on prélève 10ml de la solution précédente obtenue après digestion et dilution, on l'introduit dans une fiole de 50ml puis on ajoute :

- ❖ METROL à 2% 4ml de
- ❖ d'heptamolibdate d'ammonium. 4ml
- ❖ bisulfite de sodium à 35% 2ml de
- ❖ complète au trait de jauge par l'eau distillée. On

On obtient un complexe bleu « phosphomolibdate d'ammonium », qu'on laisse au repos 20 minutes avant la lecture de l'absorbance dans spectrophotomètre à une longueur d'onde de 660 nm.



Figure 4 : spectrophotomètre

Pour calculer la teneur en phosphate on utilise la relation suivante :

$$P_2O_5 \text{ (g/l)} = ((A_{\text{éch}} - A_b) \times 0.5 \times K \times 10) / PE$$

PE : Prise d'essai ;
K : Constante d'étalonnage ;
A_{éch} : Absorbance de l'échantillon
A_b : Absorbance du blanc

5-Matière sèche :

Le but de cette analyse consiste à réaliser la méthode thermogravimétrique servant comme référence pour la détermination du taux d'eau ou de matière sèche dans les aliments.

A cet effet on a utilisé le matériel suivant :

- ❖ Capsule contenant 10ml de l'échantillon à sécher.
- ❖ Etuve a 105°C ou se passe le séchage pendant 16heures.
- ❖ Dessiccateur contenant un agent desséchant.

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

Pour calculer le pourcentage de la matière sèche on utilise la relation

$$\%MS = \{ (Pf - Pi) / PE \times 100 \}$$

MS : Matière sèche
Pf : poids finale du creuset rempli
Pi : poids initiale du creuset vide
PE : Prise d'essai

6-Matière en suspension :

Les matières en suspension sont des matières fines insolubles visibles a l'œil nu qui contribuent à la turbidité de l'eau.

Dans un premier temps, on pèse la capsule contenant le filtre et on note le poids, ensuite on met le papier filtre sur le disque filtrant en fibre de verre et on prend à l'aide d'une pipette un volume de 10ml de chaque échantillon des effluents, ensuite on met les capsules dans l'étuve de 105°C pendant 45 min, et on pèse pour noter le poids finale.

Pour calculer le pourcentage de la matière en suspension on utilise la relation suivante :

$$\%MES = ((Pf - Pv) / PE) \times 1000$$

MES : Matière en suspension
 Pf : poids finale du creuset rempli (g)
 Pi : poids initiale du creuset vide (g)
 PE : Prise d'essai (ml)

7- Matière minéralisé sulfaté :

Afin d'effectuer cette analyse, l'échantillon est minéralisé dans un four à 650°C en présence d'acide sulfurique concentré.

Le résidu de calcination constitué de matière minérale est quantifié par pesée.

- ❖ introduit dans un creuset vide préalablement taré 10ml d'échantillon avec 1ml d'acide sulfurique. On
- ❖ creuset dans le four à 650°C pendant 17h. On place le
- ❖ l'ouverture du four, on place le creuset dans le dessiccateur jusqu'au refroidissement. Dès
- ❖ le 2^{ème} pesé dans tare remplis. On effectue

Pour calculer la teneur en matière sulfaté on utilise la relation suivante :

$$MMSg/l = \{(Tf - Tv / PE) \times 100 \times 10\}$$

MMS : Matière minérale sulfaté
 Pf : poids finale du creuset rempli (g)
 Pi : poids initiale du creuset vide (g)
 PE : Prise d'essai (ml)

8-Dosage de calcium

Le calcium est complexé par l'éthylène diamine tétra acétique (EDTA) à pH 13 en présence d'un indicateur coloré (le calcon). A cette valeur de pH, le magnésium précipite sous forme de Mg(OH)₂.

Mode opératoire

Sur les creusets obtenus après calcination :

- ❖ 10 ml de HCl pour dissocier le produit ; on ajoute
- ❖ dans des fioles de 100 ml et on complète par l'eau distillée jusqu'au trait de jauge on les met
- ❖ d'une pipette on prend 10ml de la solution on la met dans un erlenmeyer et on complète à 150 ml par l'eau distillée à l'aide

- ❖ agitation on ajoute 7 gouttes de vert de malachite, puis un volume de NaOH jusqu'au virage
- ❖ on ajoute 5 gouttes de calcon et on titre avec EDTA d'une normalité 1/56.

sous

finalment

Pour calculer la teneur en calcium on utilise la relation suivante :

$$Ca^{++} \text{ g/l} = \left\{ \frac{V_{ech} \times 10}{2 \times PE} \right\}$$

V_{ech} : volume d'EDTA versé pendant le titrage de l'échantillon (ml)
 PE : prise d'essai

9-Dosage de magnésium

- ❖ alcalin à pH 10, l'EDTA complexe d'abord les ions Ca^{2+} présents puis les ions Mg^{2+} .
- ❖ réaction est repérée par un indicateur coloré, le noir ErichromeT qui prend une coloration rose en présence de Mg^{2+} a pH 10.
- ❖ la teneur en magnésium après détermination de la teneur en calcium seul.

En milieu

La fin de la

On déduit

Mode opératoire

Dans une erlenmeyer on met 250ml d'eau distillé et sous la hotte on ajoute 4ml d'hydroxyde d'ammonium, puis on ajoute 10ml de la solution préparée par le produit calciné. On met sous agitation afin d'ajouter une goutte de noir ErichromeT.

Calcule de Mg^{++}

$$Mg^{++} \text{ (g/l)} = \left\{ \frac{(V2 - V1) \times 10 \times 0.72}{2 \times PE} \right\}$$

$V2$: Volume d'EDTA pour le dosage du magnésium (ml)
 $V1$: Volume d'EDTA pour le dosage du calcium (ml)
 PE : Prise d'essai (ml)

I

Introduction

Les tableaux et les graphes suivants représentent les résultats des analyses (pH, conductivité, matière sèche ...) effectuées sur les effluents de la production :

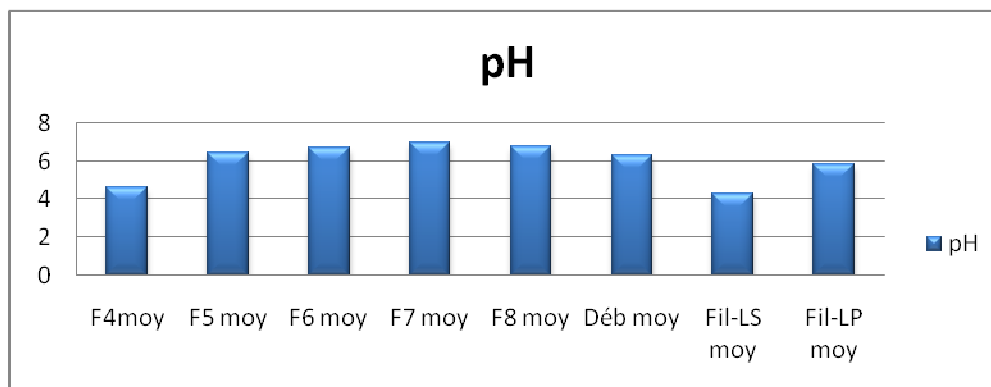
- ❖ Les mouts delevurés des fermenteurs (4, 5,6 ,7 et 8).
- ❖ Débourage des boues contenants dans la mélasse.
- ❖ L'eau de filtration de la levure sèche (Fil-LS).
- ❖ L'eau de filtration de la levure fraiche (Fil-LP).

Ces graphes sont dessinées a partir de la moyenne.

1-les résultats de l'analyse du pH

rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbât	Fil-LS	Fil-LP
pH	4,64	6,45	6,57	7,34	7,00	6,57	4,42	5,95
	4,58	6,41	6,65	6,98	6,79	6,15	4,23	5,61
moyenne pH	4,66	6,45	6,92	6,50	6,56	6,25	4,18	6
	4,63	6,44	6,71	6,94	6,78	6,32	4,28	5,85

Tableau 1 :de la variation du pH de la pré-station



Grphe 1 : variation du pH de la pré-station

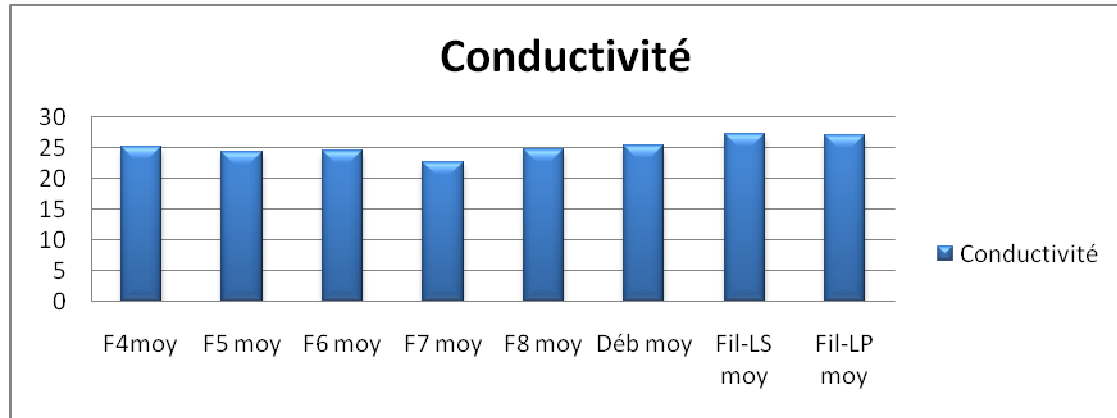
Selon l'histogramme, on observe que le mout delevuré fermenteur 4 à un pH aux environs de 4 est inférieur à celui des autres fermenteurs, ceci pour éviter tout risque de contamination. Le fermenteur 4 établie aussi la levure mère puisqu'il sert à ensemencer les autres fermenteurs.

On augmente le pH des autres fermenteurs pour que les cellules puissent se multiplier car le but est la croissance de la biomasse, l'eau de filtration de la levure sèche présente un pH inférieur à celui de la fraiche, ceci est normal dans la mesure où on a acidifié la crème destinée à la sèche pour éviter les sources de contamination.

2-les résultats de l'analyse de la conductivité

Rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbât	Fil-LS	Fil-LP
Conductivité Ms/cm	24,90	25,00	24,40	22,70	24,70	25,5	26,4	27,6
	25,30	23,50	25,00	22,20	24,60	25,6	27,8	26,45
	25,50	24,50	24,20	23,00	24,60	25,00	27,5	27,23
Moyenne conductivité	25,23	24,33	24,53	22,63	24,63	25,37	27,25	27,03

Tableau 2 : variation de la conductivité de la pré-station



Graph 2 : variation de la conductivité de la pré-station

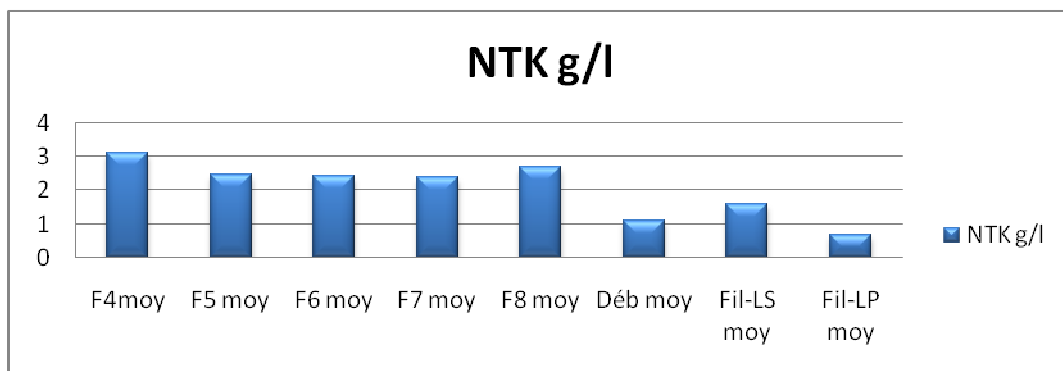
Selon l'histogramme, on observe que le mout delevuré du fermenteur 4 et le débouillage présente une conductivité dépasse les 25ms /cm ceci peut être expliqué par le fait qu'ils sont plus concentrés que niveau des mouts des fermenteurs 5, 6,7 et 8.

En ce qui concerne l'eau de filtration de la levure sèche et la fraiche : leurs conductivités sont élevées par rapport aux autres. Et ce à cause de l'addition de NaCl dans la crème avant la filtration.

3- les résultats de l'analyse de l'azote total

Rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débouillât	Fil-LS	Fil-LP
	2,72	2,50	2,24	2,31	2,24	1,03	1,5	0,71
NTK	2,86	2,62	2,34	2,57	2,12	1,10	1,32	0,73
	3,74	2,34	2,75	2,22	3,70	1,14	1,96	0,63
moyenne	3,11	2,47	2,44	2,38	2,68	1,09	1,59	0,69

Tableau3 : variation de l'azote au niveau de la pré-station



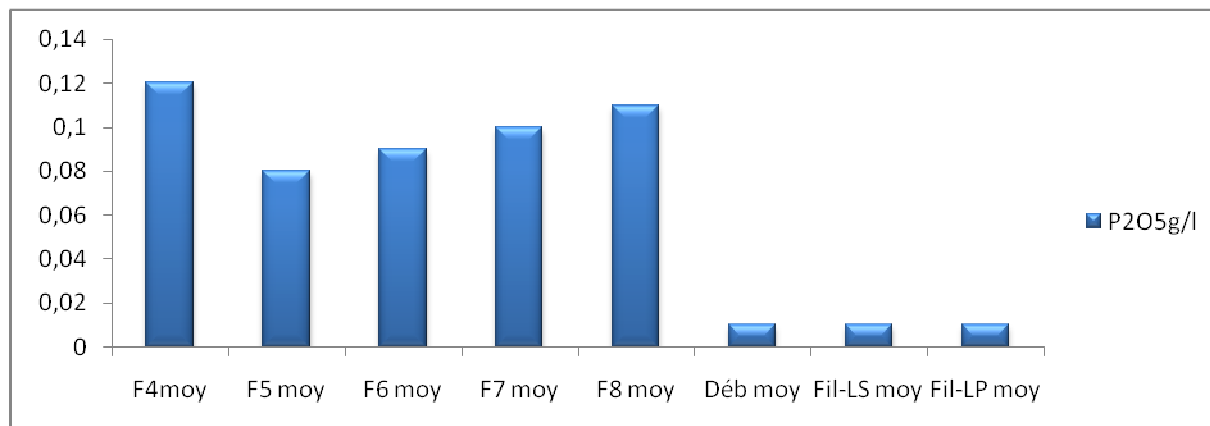
Graph 3 :variation de l'azote au niveau de la pré-station

4- les résultats de l'analyse du Phosphate

Rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débouillât	Fil-LS	Fil-LP
	0,11	0,09	0,10	0,1	0,11	0,01	0,01	0,01
P2O5 g/l	0,13	0,7	0,09	0,1	0,12	0,01	0,01	0,01

	0,12	0,8	0,08	0,1	0,10	0,01	0,01	0,01
moyenne	0,12	0,08	0,09	0,1	0,11	0,01	0,01	0,01

Tableau 4 : variation du phosphate des rejets de la pré-station



Graph 4 : variation du phosphate des rejets de la pré-station

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 mout au niveau du fermenteur 4 par rapport aux autres fermenteurs. Car elle est plus concentrée que les autres parce qu'il est destiné à la levure mère.

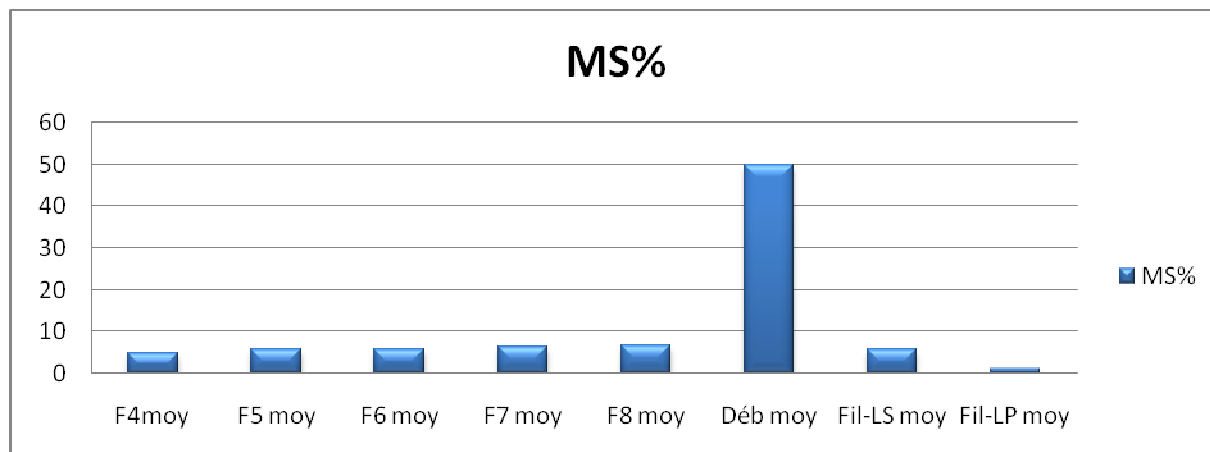
On remarque aussi la présence des traces d'azote et de phosphate pour les deux types de filtration parce que la concentration en cellules reste très faible.

L'azote de la levure sèche est plus élevé que celui de la fraiche à cause de l'addition d'un excès d'azote sur la crème de la levure sèche pour augmenter son pouvoir conservatoire.

5- les résultats de l'analyse de la Matière sèche

Rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbât	Fil-LS	Fil-LP
matière sèche %	4,49	5,98	5,57	6,43	6,72	49,98	5,63	1,1
	4,80	5,25	5,88	6,44	6,71	50,57	5,78	1,096
	5,38	5,89	5,73	6,50	6,71	48,57	5,95	1,07
Moyenne matière sèche	4,89	5,71	5,73	6,46	6,71	49,71	5,79	1,08

Tableau 5 : Variation de la matière sèche des effluents de la production



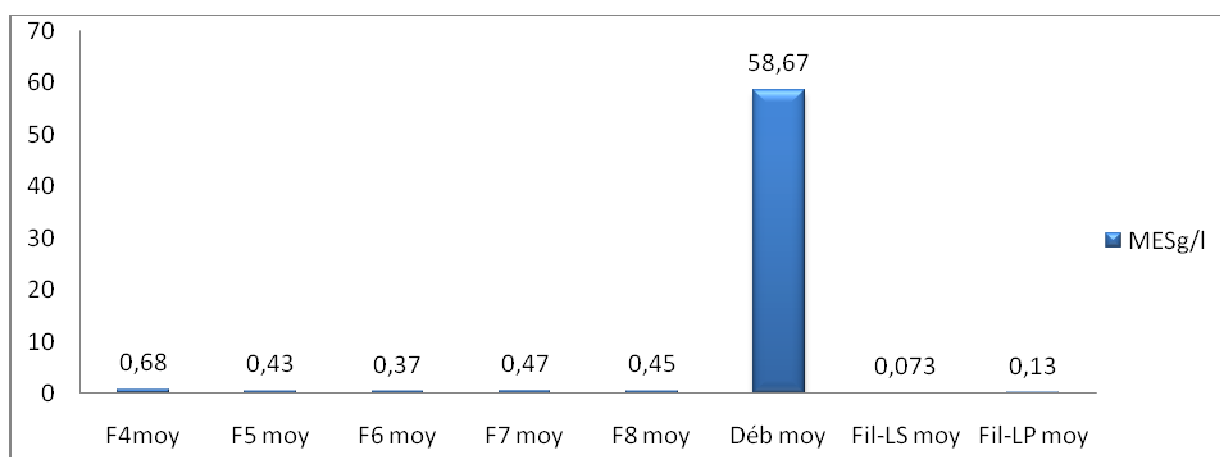
Graph 5 : Variation de la matière sèche des effluents de la production

La teneur de matière sèche pour les mouts delevurés des fermenteurs et l'eau de filtration est approximative au environ de 6%, mais elle reste très faible comparée au débouillage qui est riche en cendre.

6- les résultats de l'analyse de la matière en suspension

Rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débouillage	Fil-LS	Fil-LP
	0,72	0,48	0,24	0,55	0,67	60,8	0,05	0,15
matières en suspension g/l	0,70	0,62	0,25	0,18	0,42	64,35	0,08	0,11
	0,62	0,20	0,62	0,68	0,26	50,87	0,09	0,12
moyenne matières en suspensions	0,68	0,43	0,37	0,47	0,45	58,67	0,07	0,13

Tableau6 : variation la matière en suspension des effluents de la pré-station



Graph 6 : Evolution de la matière en suspension des différents effluents de la production

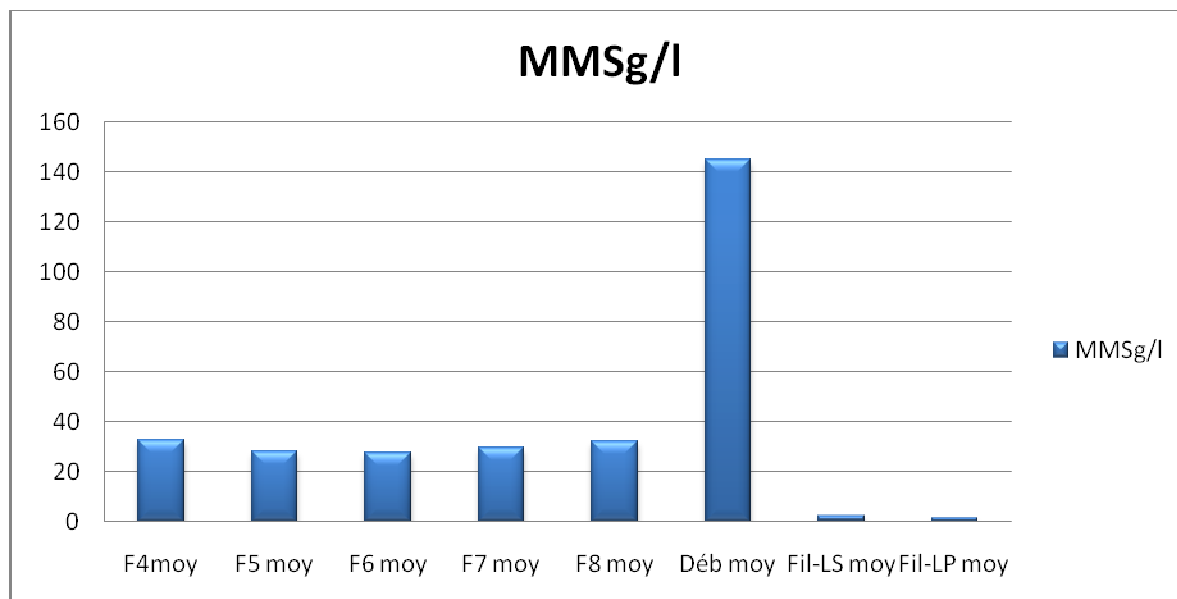
Pour les mouts delevurés des fermenteurs 4, 5, 6, 7, 8 et l'eau de filtration les valeurs en matières en suspension sont proches.

Le débouillage présente des valeurs très élevées en matière en suspension car les rejets à ce niveau sont plus concentrés en boues, ce qui nous montre une bonne élimination des impuretés.

7- les résultats de l'analyse de la matière minérale sulfatée

rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débouillage	Fil-LS	Fil-LP
Matières minérale sulfatée g/l	22,63	29,03	26,75	30,78	31,01	14,95	2,32	1,42
	51,22	27,93	28,46	31,04	32,75	15,2	2,16	1,35
	23,55	28,10	50,97	26,70	31,90	14,48	2,21	1,82
moyenne de la matière minérale sulfatée	32,47	28,35	35,39	29,51	31,89	144,88	2,23	1,53

Tableau 7 : Evolution de la matière minérale sulfatée des différents effluents de la production



Graphe 7 : Evolution de la matière minérale sulfatée des différents effluents de la production

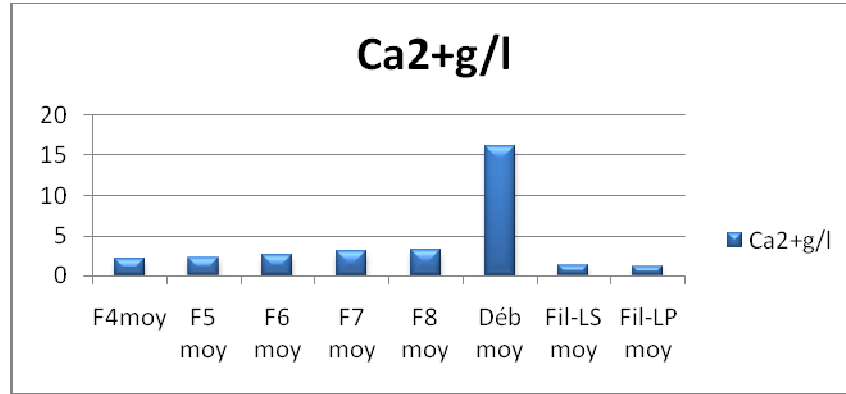
Selon l'histogramme, on observe que la teneur en matière minérale sulfatée au niveau du mout delevuré du fermenteur 4 est plus élevée par rapport aux autres fermenteurs. Ceci semble logique puisqu'il est le plus concentré que celui des autres fermenteurs.

On observe une valeur remarquable de la MMS pour le débouillage car il contient des pertes minérales de la mélasse.

On explique la diminution de la MMS au niveau des eaux de filtration par le fait qu'elles ne contiennent pas des cendres, en plus elles sont diluées.

8- les résultats de l'analyse du Calcium

rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Débouillage	Fil-LS	Fil-LP
	2,20	2,60	2,50	3,70	2,80	19,8	1,21	1,27
Ca ⁺⁺ g/l	1,85	1,30	2,55	2,50	2,85	19,1	1,3	1,1
	2,30	2,70	2,70	3,00	3,80	19,5	1,36	1,12
moyenne Ca ⁺⁺	2,12	2,20	2,58	3,07	3,15	19,47	1,29	1,16

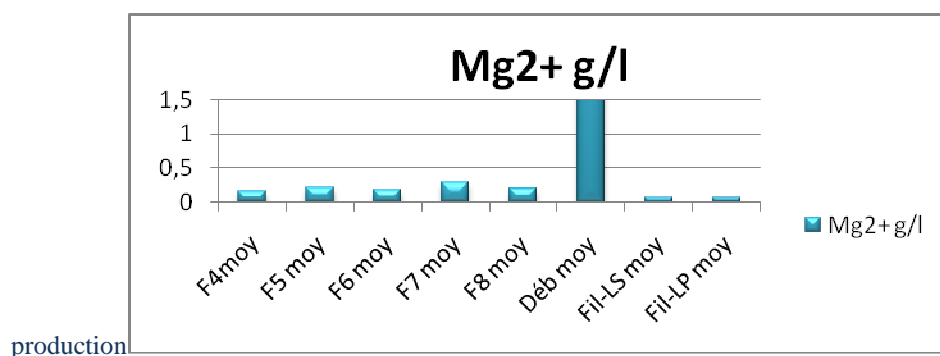


Graph 8 : Evolution du calcium des rejets de la pré-station

8- les résultats de l'analyse du Magnésium

rejets	F4	F5	F6	F7	F8	Déboubât	Fil-LS	Fil-LP
Mg ⁺⁺ g/l	0,11	0,20	0,14	0,22	0,18	7,03	0,08	0,08
	0,18	0,23	0,25	0,38	0,32	7,1	0,09	0,07
	0,18	0,23	0,14	0,29	0,14	7,14	0,08	0,08
moyenne Mg ⁺⁺ (g /l)	0,16	0,22	0,18	0,29	0,21	7,09	0,08	0,07

Tableau9 : Evolution du magnésium des différents effluents de la



Graph 9 : Evolution du magnésium des différents effluents de la production

La teneur en calcium pour les fermenteurs et l'eau de filtration est approximative de 2g/l, et la teneur en magnésium est aux environs de 0,3 g/l, mais ces valeurs restent très faibles par rapport au débouage qui est riche en calcium et en magnésium.

IV. Résultats et interprétation au niveau de la station

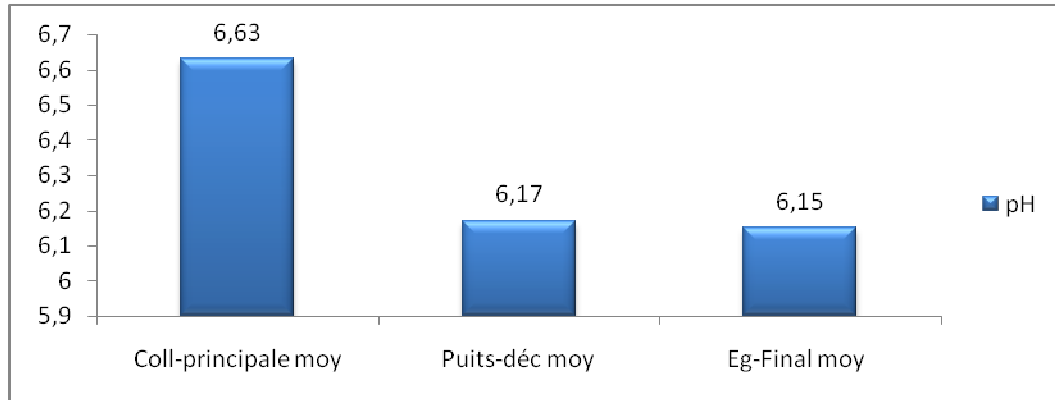
Les tableaux et les graphes suivants représentent les résultats des analyses (pH, conductivité, matière sèche ...) effectuées sur les rejets de la production au niveau du traitement dans la nouvelle station :

- ✓ Collecteur principale ou l'entrée de la station.
- ✓ Puit de décantation.
- ✓ Egouts finaux ou sortie de la station.

	Coll-principale moy	Puits-déc moy	Eg-Final moy
pH	6,63	6,17	6,15
Conductivité	21,07	18,24	18,17
NTK g/l	2,26	2,1	1,48
P2O5g/l	0,13	0,09	0,09
MS%	4,33	3,25	3,22
MESg/l	0,69	0,68	0,66
MMSg/l	26,36	21,85	19,16
CaOg/l	1,99	1,77	1,64
MgOg/l	1,7	1,1	0,9

Tableau10 : résultats des analyses effectués au niveau de la station

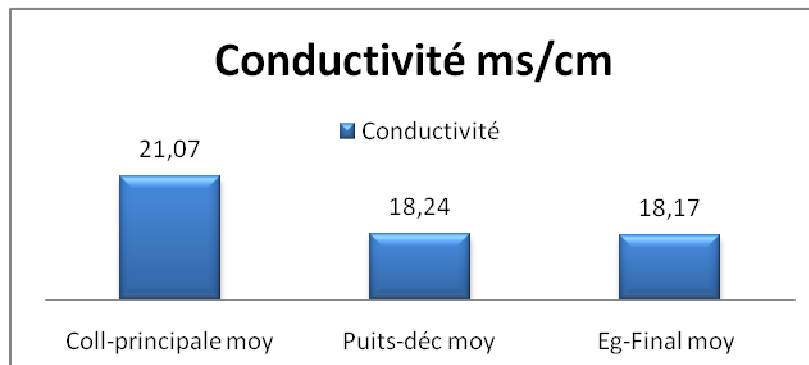
1- pH



Graphe 11 : la variation du pH au niveau de la station

D'après le diagramme on observe une diminution du pH au niveau du puit de décantation et la sortie des égouts qui est inférieure à la neutralisation.

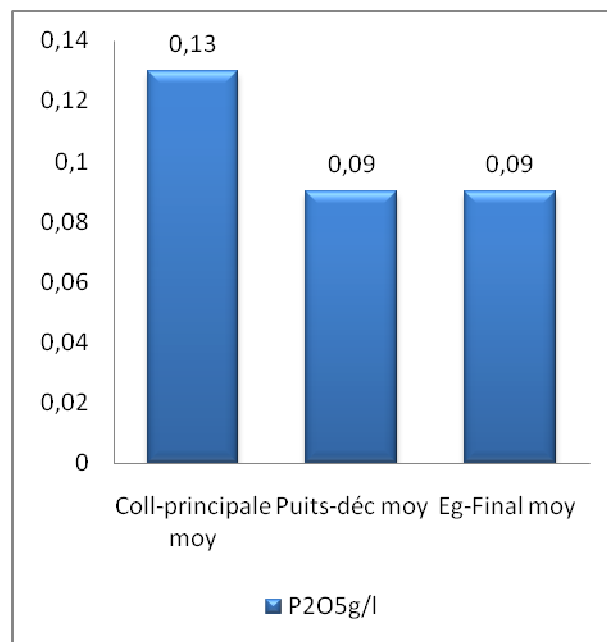
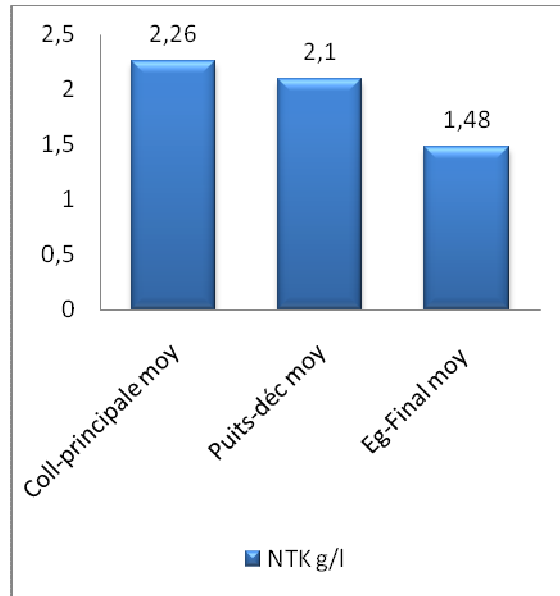
2-Conductivité



Graphe 12 : la variation de la conductivité au niveau de la station

D'après l'histogramme, on remarque que la conductivité des rejets diminue du collecteur principale jusqu'aux égouts finaux, cela résulte de la dilution avec l'eau de lavage, et la présence de la décantation.

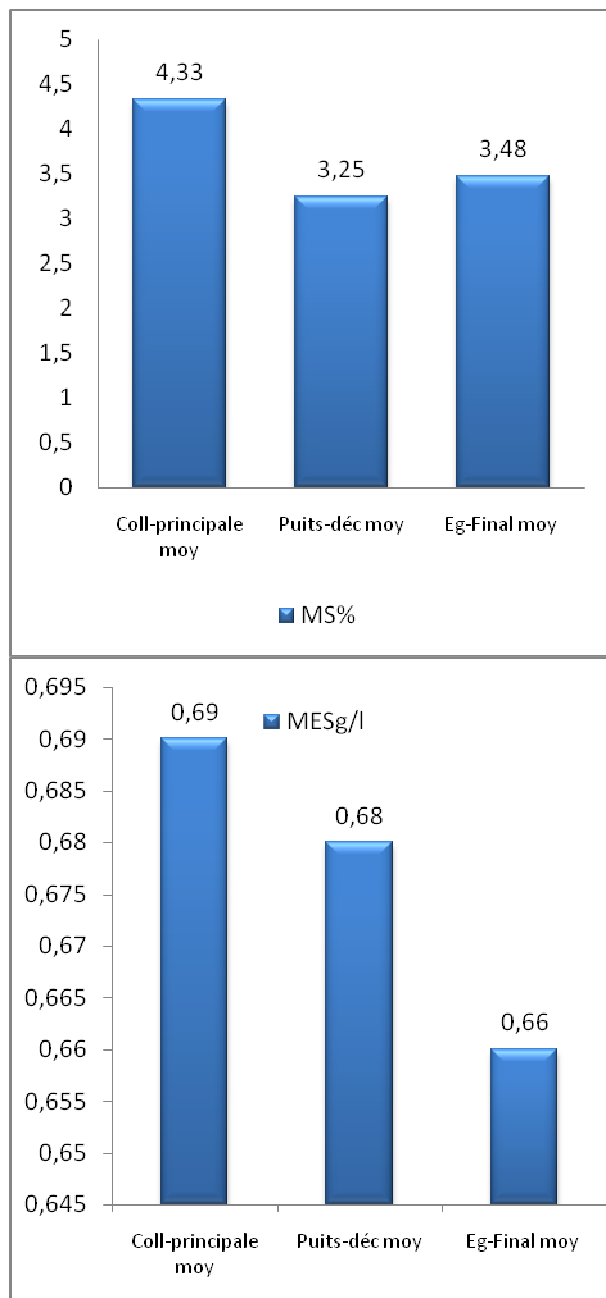
3- L'azote et le phosphate



Graphe 13 : la variation de l'azote et du phosphate au niveau de la station

L'histogramme, présente une diminution de NTK et de phosphate, ceci peut être expliqué aussi par la dilution avec l'eau de lavage et la décantation au niveau du puit.

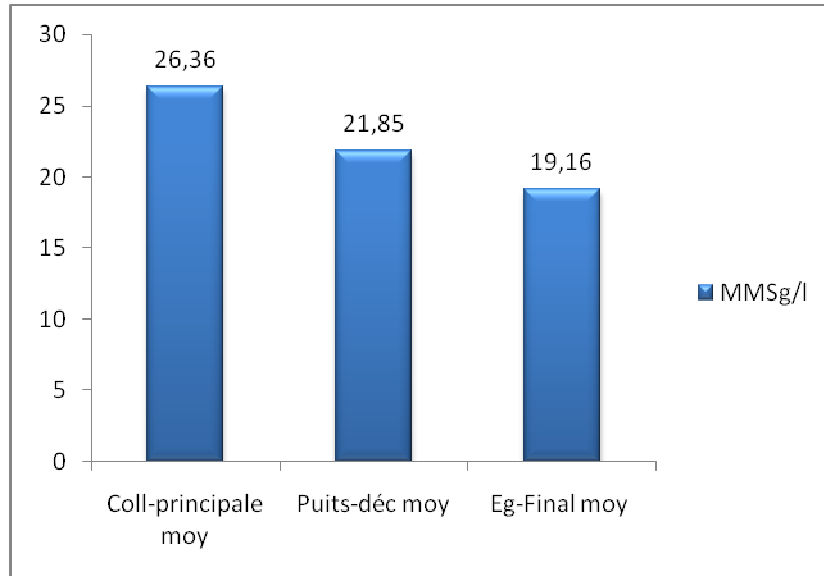
4-La matière sèche et la matière en suspension



Graph 14 : la variation de la matière sèche et la matière en suspension au niveau de la station

D'après l'histogramme, on remarque qu'il y a une diminution de MS et la matière en suspension, ceci résulte d'une déconcentration par l'eau de lavage et la décantation au niveau du puit.

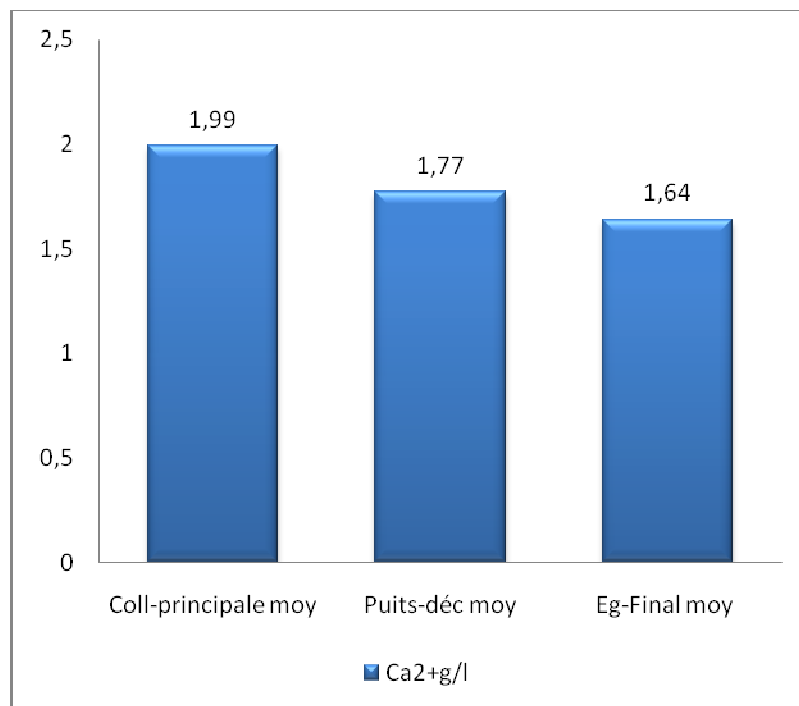
5- Matière minérale sulfaté



Graphe 15 : la variation de la matière minérale sulfaté au niveau de la station

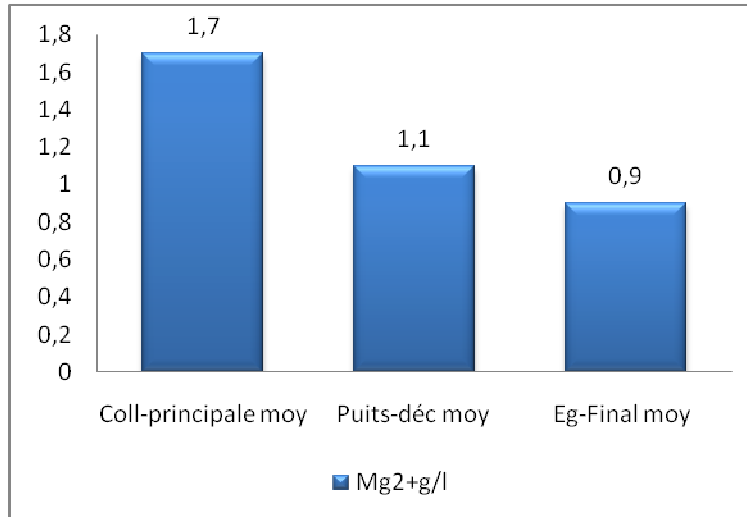
La dilution avec l'eau de lavage entraîne également une diminution de MMS du collecteur principe j'jusqu'a égouts finals.

5- Calcium



Graphe 16 : la variation du calcium au niveau de la station

6- Magnésium



Graph 17 : la variation du magnésium au niveau de la station

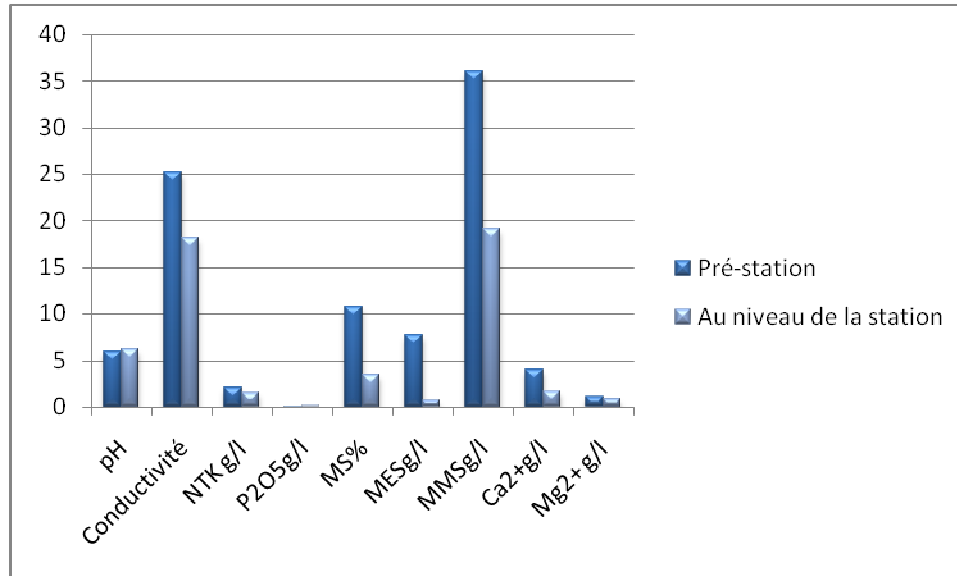
De la même façon, on remarque qu'il y a une diminution de Ca^{2+} et Mg^{2+} à cause de la dilution avec l'eau de lavage.

Comparaison des analyses entre la pré-station et la sortie de la station

Ces analyses ont pour but de comparer l'échantillon moyen du mélange de tous les différents rejets au cours de la production par rapport à la sortie après traitement dans la nouvelle station des rejets.

	Pré-station	Au niveau de la station
pH	5,99	6,15
Conductivité	25,125	18,17
NTK g/l	2,06	1,48
P2O5g/l	0,066	0,09
MS%	10,76	3,48
MESg/l	7,66	0,67
MMSg/l	36,035	19,16
CaOg/l	3,96	1,64
MgO g/l	1,05	0,9

Tableau11 : Comparaison des analyses effectuées à la pré-station et la sortie de la station



graph11 : Comparaison des analyses effectuées à la pré-station et la sortie de la station

D'après ce tableau au dessous, on remarque une diminution de tous les paramètres Sauf le pH de la sortie de station par rapport à l'échantillon moyen des rejets au cours de la production (pré-station).

Conclusion

En somme, mon séjour à LESSAFRE Maroc était pour moi, d'une importance dans la mesure où il m'a offert la possibilité de toucher de très près la vie professionnelle qui reste une nécessité pour nous étudiants.

Au terme de stage, j'ai eu la satisfaction d'avoir réalisé, une étude sur le suivi des paramètres physico-chimiques des rejets de la production qui présente comme résultats la présence des pertes de matière protéique, phosphate, azote et sel minéraux dans ces effluents.

Pour valoriser ces coproduits, la société a installé une station du traitement des rejets industriels qui permet de récupérer des fertilisants utilisés en épandage des sols qui participe au développement agricole.

Mais d'après les analyses effectués sur l'unité du traitement des rejets, on peut conclure que la station récemment installé a débuté son fonctionnement au niveau de la décantation, et pour la neutralisation les rejets traités présentent un peu acide pH inférieur à 7, a cause du mal étalonnage du pH-mètre.

Ces analyses restent insuffisantes car les prélèvements étaient aléatoires et dans une courte durée. C'est pour cela la société doit effectuer des analyses chronologiques afin de préciser le rendement de la station.