UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
Département de chimie

Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'analyse chimique et contrôle de qualité

TACCQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

Caractérisation des différentes sources d'eaux polluées au sein de la société Lessafre et efficacité de la station de traitement

Présenté par :

- **ARHERLOU Samya**

Encadré par :

- **Mr . BENNANI Ali (Société Lesaffre)**
- **Pr.CHTIOUI Hicham (FST)**

Soutenu le 11 Juin 2012 devant le jury composé de:

- **Pr.CHTIOUI Hicham**
- **Pr.ASSOUIK Jamal**
- **Pr.LHASSANI Abdelhadi**

Stage effectué à la société Lesaffre Maroc

Année Universitaire 2011 / 2012

-Sommaire-

Introduction 1

Partie I : Présentation de la société Lesaffre Maroc

I.Historique de la société Lesaffre 3

II.Description et activités du laboratoire d'analyses de Lesaffre Maroc 3

Partie II : Procédé de fabrication de la levure

I.Généralités sur la levure 7

1. Définition 7

2. Différents types de levure de boulangerie 7

II.Fermentation des levures.....7

1.Introduction 7

2.Définition.....8

3.Respiration 8

4.Fermentation alcoolique 8

5.Conditions de croissance.....8

III.Différentes étapes de la production de la levure.....8

1.Introduction 8

2.Etape de la production 10

a. Ensemencement 10

b.Pré-fermentation..... 10

c.Fermentation 10

d.Séparation 10

e.Stockage de la crème 10

f.Filtration 10

g.Séchage 11

h.Emballage 11

Partie III : Caractérisation des différentes sources d'eaux polluées au sein de la société Lessafre et efficacité de la station de traitement.

I. Origines des eaux polluées 13

II.Station de traitement 13

III.Caractérisation des différentes sources d'eaux polluées 15

1.Points de prélèvements **15**

2.Analyses physico-chimiques **15**

a.pH 15

b.Conductivité 15

c.Matière sèche 15

d.Matières en suspensions 16

e.Matière minérale sulfatée 16

f.Dosage de Ca^{2+} et Mg^{2+} 16

g.Dosage d'azote 16

h.Dosage de phosphate 17

IV.Résultats et discussions 17

1.Caractérisation des diffréents types de rejets **17**

a.Suivi du pH 17

b.Suivi de la conductivité 18

c.Suivi de la matière sèche 19

d.Suivi des matières en suspensions 20

e.Suivi de la matière minérale sulfatée 21

f.Suivi de la teneur en azote et en phosphate 22

g.Suivi de la teneur en Calcium et en Magnésium 24

2.Efficacité de la station de traitement..... 25

a.Suivi du pH 25

b.Suivi de la conductivité 26

c.Suivi de la matière sèche 27

d.Suivi des matières en suspensions 28

e.Suivi de la matière minérale sulfatée 29

f.Suivi de la teneur en azote et en phosphate 30

g.Suivi de la teneur en Calcium et en Magnésium 32

3.Comparaison des résultats 34

Conclusion

INTRODUCTION

Depuis sa création, Lesaffre est particulièrement sensible à la nécessité de préserver l'environnement et a toujours répondu aux défis écologiques auxquels il était confronté.

L'engagement qualité et le respect environnemental sont deux préoccupations majeures que Lesaffre vise à appliquer au quotidien et s'engage à mener une politique environnementale volontariste pour répondre aux défis écologiques de demain.

Aujourd'hui Lesaffre a prévu une station de traitement de ses effluents liquides. Une caractérisation des effluents alimentant la station est nécessaire pour évaluer la charge polluante à l'entrée de la station en effectuant des analyses de plusieurs paramètres physicochimiques (pH, conductivité, azote, phosphate….) sur tous les effluents.

Pour évaluer la bonne marche de la station, ces analyses doivent être, aussi, effectuées au niveau et en aval de la station de traitement pour juger du taux d'abattement de la charge polluante et de l'efficacité de la station.

C'est dans ce sens ou s'intègre cette étude effectuée au sein de la société Lesaffre et qui sera présentée en trois parties :

- Dans la première partie, on donne un bref aperçu sur la société lessafre et son domaine d'activité.
- Dans la deuxième partie, on cite des généralités concernant les principes fondamentaux et les procédés de fabrication de la levure.
- Dans la troisième partie, on explique les analyses effectuées et on présente les résultats trouvés et leurs interprétations.

Partie I:

Présentation de la société Lesaffre Maroc

I- Historique de la société Lesaffre :

En 1993, la société SODERS a été majoritairement détenue par le groupe Français LESAFRRE et porte aujourd'hui comme nouvelle appellation « LESAFFRE Maroc ». Elle représente 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.

Située à Fès, elle emploie 170 personnes avec une superficie de 2 hectares qui applique une politique salariale attractive et des possibilités de formation continue d'un grand groupe.

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 satisfaire les besoins des forces armées royales (FAR) en levure, ainsi que des améliorants de panification : les marques **Ibis bleu** et **Magimix**. Ces derniers apportent au consommateur le pain qu'il apprécie que ce soit en terme de volume, de texture et couleur de mie, d'aspect et couleur de croûte, de conservation et bien sûr de goût.

Sa large gamme de produits a fait aujourd'hui de LESAFFRE Maroc un leader avec excellence sur le marché professionnel.

Le tableau ci-dessous présente l'historique de **Lesaffre** Maroc :

HISTORIQUE DE LESAFFRE MAROC

1975	•Création de la société des dérivés du sucre SODERS.
1993	•SODERS est devenu propriété du groupe français « Lesaffre» c'est la première entreprise privatisée au Maroc.
2004	•Achat de SNA : société nouvelle de l'alimentation, elle est la spécialiste des produits de pâtisserie au Maroc.
2006	•Création de la nouvelle station de traitement de la mélasse, et aussi d'un nouveau laboratoire moderne très sophistiqué.
2012	•Création de la nouvelle station de traitement des eaux usées.

Tableau n°1 : Historique de Lesaffre Maroc

II-Description et activités du laboratoire d'analyses de Lesaffre Maroc :

Les laboratoires d'analyses de **Lesaffre** proposent une large gamme d'analyses physico-chimiques et microbiologiques, avec les différentes méthodes, agrées et accréditées, qui permettent de garantir la qualité des produits.

- ***Laboratoire de microbiologie :***

Toutes les conditions de la réalisation des analyses microbiologiques performantes sont réunies. Un matériel suffisant et moderne, des techniques d'identifications des microorganismes assez rigoureuses, un système d'épuration d'air, un personnel hautement qualifié et expérimenté, un climat professionnel encourageant, et la vaillance d'un chef de laboratoire.

Ce laboratoire est divisé en quatre :

- ♣ Salle de stockage des matières premières.
- ♣ Salle des préparations où la préparation des milieux de culture, la stérilisation et d'autres activités ont lieu.
- ♣ Salle d'analyse des germes pathogènes et d'analyses bactériologiques où s'effectuent les mesures.
- ♣ Salle de nettoyage : une laverie.

- ***Laboratoire physico-chimique :***

Il est équipé de matériels sophistiqués, alimenté de différents types d'eaux (eau adoucie, eau distillée, eau RADEEF) utilisées selon les besoins, et fait appel à un personnel qualifié effectuant quotidiennement des analyses physico-chimiques et veillant toujours à bien respecter les consignes du responsable de laboratoire qui lui-même participe à l'application du plan de contrôle et une efficace démarche qualité par une surveillance instantanée et un climat favorable.

Il est divisé en trois parties :

- ♣ Salle de stockage des matériels et de la matière première.
- ♣ Salle de panification ou bien salle de férmentomètre où s'évalue la force panaire (la capacité de la levure à faire monter la pâte).
- ♣ Salle d'analyses physico-chimiques.

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

Partie II :

Procédé de fabrication de la levure

I. Généralités sur la levure

1. Définition

Les levures biologiques sont des champignons unicellulaires, elles peuvent obtenir l'énergie nécessaire à leur vie par respiration ou par fermentation. Au cours de notre laboratoire, nous utilisons la levure de bière **Saccharomyces cerevisiae** (voir Fig 1)**.** Celle-ci est couramment utilisée en industrie alimentaire pour produire des boissons fermentées (vin, bière) ou pour faire lever la pâte (pain).

Les levures sont capables de :

- Dégrader les aliments qui se trouvent dans leur milieu de culture grâce à une gamme très étendue d'enzymes d'hydrolyse telles que des lipases, protéases, saccharases et lactases.
- Effectuer toutes (ou presque) les synthèses dont elles ont besoin pour leur croissance.

En absence d'air, **Saccharomyces cerevisiae** tire l'énergie nécessaire à sa vie du processus de fermentation panaire. En présence d'air, elle réalise des réactions de respiration et se multiplie abondamment. Ce processus est exploité lors de sa production industrielle.

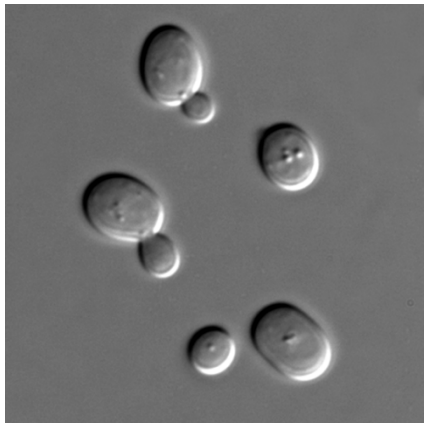


Figure 1 : Cellules de Saccharomyces cerevisiae

2. Différents types de levures de boulangerie

Il existe six types de levures :

La levure fraîche, la levure sèche active a réhydraté, La levure sèche instantanée, La levure sèche active à pouvoir réducteur, la levure sèche désactivée à pouvoir réducteur et la levure liquide.

Parmi ces types de levures LESAFFRE MAROC s'intéresse à la production de :

- levure fraîche
- levure sèche active à réhydrater
- la levure sèche instantanée.

II. Fermentation des levures

1. Introduction

Bien que le terme fermentation soit un abus de langage, car il concerne la respiration anaérobie selon Pasteur, il est, par extension, utilisé par le monde industriel pour désigner l'opération unitaire qui va permettre de réaliser les cultures cellulaires et d'effectuer les réactions de bioconversion, qu'elles soient aérobies ou anaérobies.

2. 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.

3. Respiration

Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules de subir une multiplication avec un rendement cellulaire élevé. 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 levurières pour multiplier les cellules.

En aérobiose : $C_6H_{12}O_6$ **(glucose)** + $6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ + **énergie utilisable**

4. Fermentation alcoolique

Ce processus fermentaire peut fonctionner en présence ou en absence partielle ou totale d'oxygène c'est-à-dire en anaérobiose. 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.

En anaérobiose : $C_6H_{12}O_6$ **(glucose)** $\rightarrow$ 2 CO_2 + $2CH_3CH_2OH$ **(éthanol) + énergie utilisable**

5. 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.

III. Différentes étapes de la production de la levure

1. Introduction

La production de la levure est réalisée en plusieurs étapes successives de fermentations, et chaque étape servira pour ensemencer l'étape suivante.

Les premières fermentations sont des étapes d'expansion de la levure, avec un rendement faible en biomasse. Puis on réalise une fermentation aérée qui débute avec une faible quantité de nutrition, ensuite on ajoute les produits nutritifs spécifiques au fur et à mesure durant la fermentation, cela donne un rendement élevé de la biomasse et un taux d'alcool quasi nul.

On présente ci-dessous le schéma général des étapes de la production de levure depuis la réception jusqu'à l'emballage.

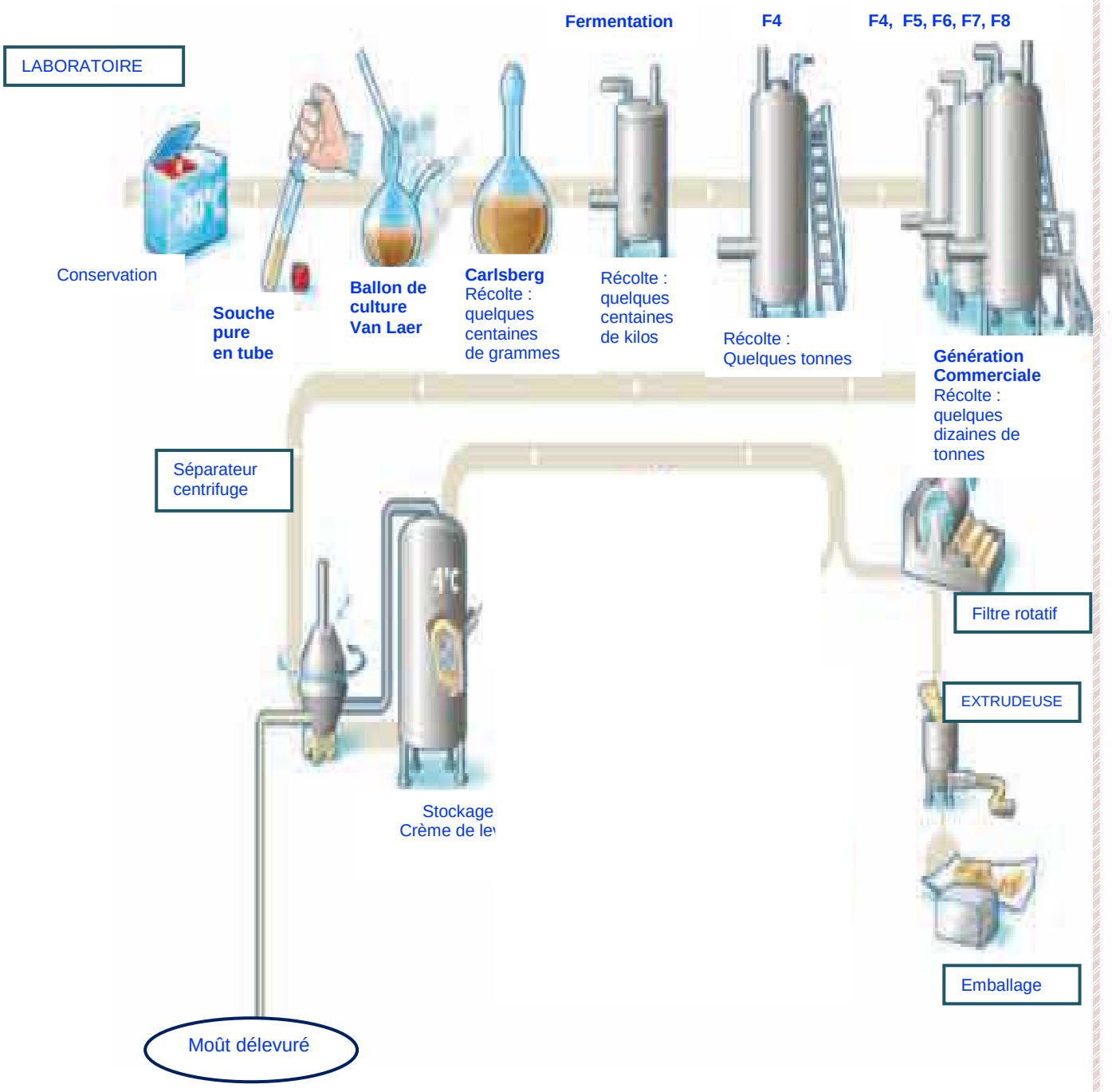


Figure 2: Schéma général de production de la levure de panification à Lesaffre Maroc

2. Etapes de la production

a. Ensemencement

La souche initiale est ensemencée dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures, cela dans des conditions aseptiques pour écarter tout risque de contamination, ensuite on prend le contenu du tube et on le met dans un petit cône avec un milieu nutritif, puis on transvase le contenu dans un ballon plus grand appelé « Carlsberg » de **6ℓ**, on prend ce dernier et on le met dans une cuve de **800ℓ** pour cette fois on donne la mélasse comme produit nutritif.

b. Pré-fermentation :

Le contenu de la cuve de **800ℓ** est versé dans un pré-fermenteur et on ajoute les éléments suivants :

- L'eau.
- La mélasse stérile.
- L'acide sulfurique pour l'hydrolyse du saccharose présent dans la mélasse en glucose et fructose.
- les sels minéraux.
- les éléments traces (oligo-éléments et vitamines).
- l'air.

c. Fermentation :

A la fin de la pré-fermentation on obtient un moût qui servira à ensemencer le fermenteur avec un milieu nutritif bien spécifique et après **18** à **20** heures de fermentation, on obtient la levure mère, qui va subir une séparation puis un stockage.

La levure mère obtenue va encore servir à la fermentation, par un ensemencement pour donner naissance à une levure commerciale.

d. Séparation :

Après fermentation, le mout lévuré est envoyé vers un séparateur centrifuge afin de séparer la phase solide (crème) de la phase liquide (mout délévuré). La crème obtenu est stockée à une température de 4°C, ensuite elle passe par une deuxième séparation pour éliminer le maximum de mout délévuré et éclaircir la couleur de la crème

e. Stockage de la crème :

La crème obtenue après la séparation est acidifiée par l'acide sulfurique à pH = **2** pour éviter la contamination, et stockée à **5** °C pour ralentir le métabolisme cellulaire.

f. Filtration :

Consiste à éliminer l'eau présente dans la levure pour la préserver d'une éventuelle contamination puisque l'eau facilite l'altération par des micro-organismes.

La crème arrive au niveau d'un filtre rotatif qui contient une couche filtrante d'amidon, dont le but de ne laisser pénétrer que l'eau.

La crème étant étalée sur la surface du filtre est récupérée.

Figure 3 : L'étape de filtration

g. Séchage :

On distingue deux types de la levure sèche :

La levure sèche active ou SPH

Sous forme de petits grains sphériques, la durée de séchage à 45°C est d'environ quatre heures pour une Quantité de **400** à **500kg**.

La levure sort du filtre à l'état pâteux et passe dans un mélangeur puis dans une grille percée de trous pour avoir une granulométrie bien déterminée.

La levure granulée est récupérée dans des bols pour passer dans des séchoirs qui fonctionnent par l'envoi d'un courant d'air sec et chaud auparavant filtré sur la levure granulée.

La levure sèche instantanée ou SPI

Sous forme des bâtonnets, elle a une durée de séchage réduite, durant **20**min environ pour une quantité de **1000Kg**, elle est caractérisée par une force fermentaire supérieure à celle de la SPH.

H .Emballage :

Emballage de la levure fraîche

S'effectue grâce à une machine spéciale, constituée d'une boudineuse, découpeuse et enveloppeuse. Quand le gâteau de la levure fraîche passe par cette machine, on aura à la fin un produit fini sous forme de paquets de poids nette de **500**g, qu'on met en cartons disposés sur des palettes de manière à avoir un vide entre eux pour faciliter la circulation d'air froid.

Emballage de la levure sèche

Après le séchage, la levure passe dans un appareil d'emballage spécifique qui aspire l'air des paquets pour une conservation à longue durée.

Partie III :

Caractérisation des différentes sources d'eaux polluées au sein de la société Lessafre et efficacité de la station de traitement

Le respect de l'environnement et la gestion des déchets sont également des questions prises par Lesaffre qui a entrepris régulièrement de nombreuses initiatives afin de préserver l'environnement.

Aujourd'hui, Lesaffre a installé une station de traitement de ses effluents liquides qui contiennent une pollution (MES, NTK, P_2O_5 …) et qui subissent un traitement physico-chimique pour réduire sa charge polluante.

I. Origine des eaux polluées

Sur toute la chaine de la production, on a un ensemble d'eaux jetées qui sont collectées et acheminées par un réseau d'égout jusqu'à la nouvelle station de traitement :

- Le mout délevuré : issu de la séparation par centrifugation des cinq fermenteurs (4, 5, 6, 7, 8).
- Débourbât : issu de la clarification centrifuge de la mélasse diluée. Cette opération est appelée « Débourbage » et qui consiste à éliminer les impuretés.
- Eau de filtration : On a deux types de filtration, une destinée à la levure sèche «LS» et l'autre à la levure fraiche ou pressée «LP». Cette filtration consiste à éliminer les traces d'eau dans la crème.
- Eau de lavage provenant du nettoyage des stations : station de fermentation, station de séparation, station d'emballage ……

II. Station de traitement

La société Lesaffre a pensé au traitement et à la commercialisation de ses effluents liquides et à ramener son pH (par acidification ou par alcalinisation) à une valeur fixée en fonction des besoins.

Le schéma suivant décrit la nouvelle station de traitement des rejets (Fig4).

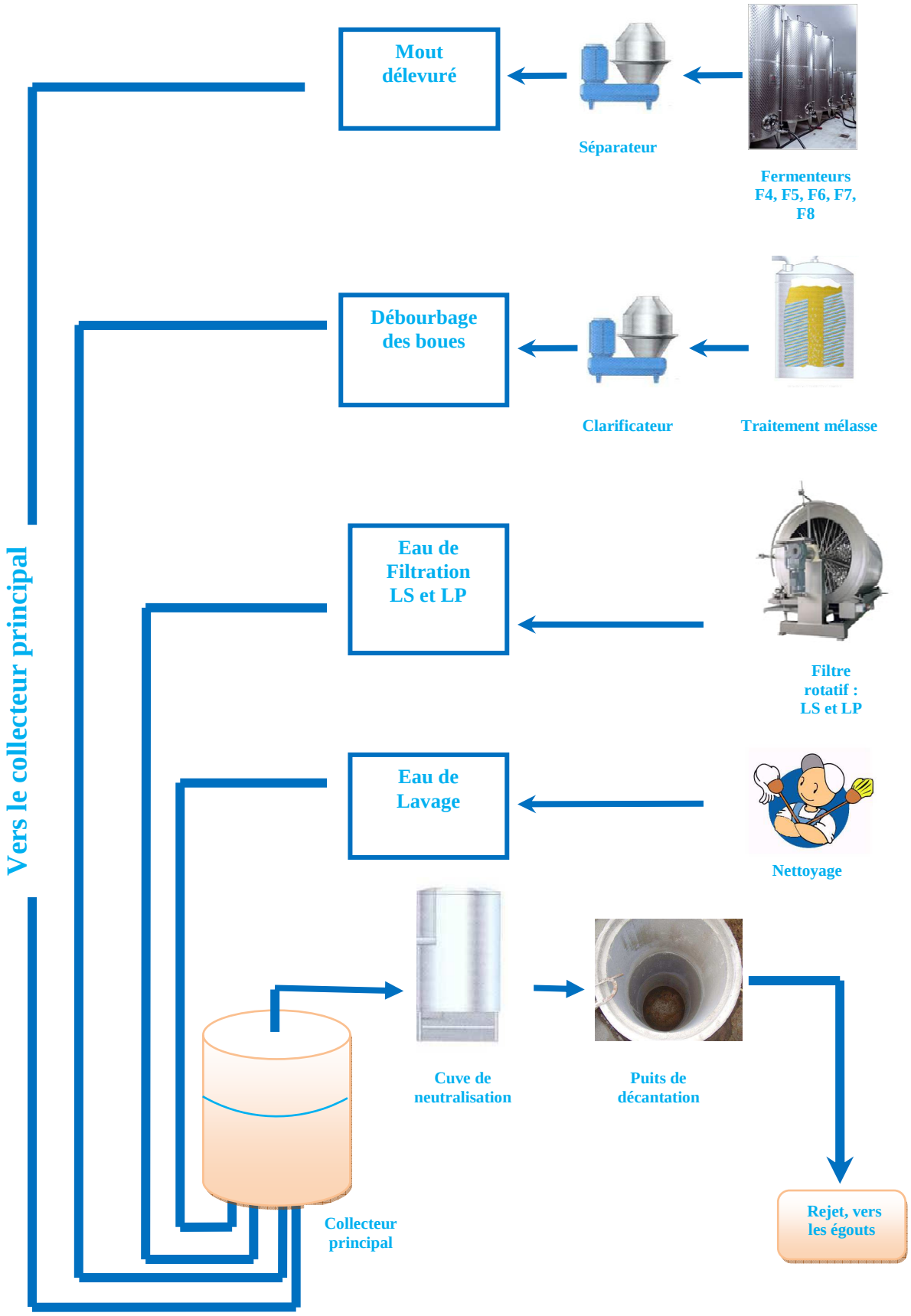


Figure 4 : Schéma descriptive de la nouvelle station de traitement des rejets.

La nouvelle station de traitement est composée de :

- Collecteur principal : Tous les différents effluents (Le mout délevuré, eau de filtration LS et LP, le débourbât, et l'eau de lavage) se transvasent à l'entrée du collecteur.
- Bassin de neutralisation : le mélange des effluents liquide est pompé de collecteur principal vers le bassin de neutralisation, qui possède un appareil de pH qui règle le pH par l'ajout d'un acide ou d'une base.
- Bassin de décantation : les effluents neutralisés subissent une décantation par la suite afin de séparer, sous l'action de gravitation, la phase solide de la phase liquide.
- Egout final : Après neutralisation, et décantation, ces effluents son acheminés vers l'égout final.

III. Caractérisation des différentes sources d'eaux polluées

1. Points de prélèvements

Pour pouvoir effectuer les analyses sur les rejets, nous avons prélevé plusieurs échantillons des différents effluents au cours de la production de la levure à partir de :

- La séparation des cinq fermenteurs : F4 (levure mère), F5, F6, F7 et F8 (levure commercial).
- Filtration de la levure sèche «LS» et de la levure fraiche ou pressée «LP».
- Clarification de la mélasse diluée « Débourbage ».
- Collecteur principal.
- Puits de décantation.
- Egout final.

2. Analyses physico-chimiques

Pour caractériser les divers déchets aqueux, nous avons effectué plusieurs analyses sur les différents paramètres : pH, conductivité, MS, MMS, MES, teneurs en calcium et en magnésium et taux d'azote et de phosphate.

a. pH

La mesure du pH des rejets se fait par mesure potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre. Son fonctionnement est basé sur le rapport qui existe entre la concentration en ions et la différence de potentiel électrochimique.

b. Conductivité

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. L'unité de mesure communément utilisée est le **s/cm** exprimé souvent en **µS/cm**. La conductivité est directement proportionnelle à la quantité de solide (les sels minéraux) dissout dans l'eau. Ainsi plus la concentration en solide dissout sera importante plus la conductivité sera élevée.

Sa valeur varie en fonction de la température. Elle est donnée à **20°C**.

c. Matière sèche

Cette analyse consiste à déterminer le taux de la matière sèche dans les rejets.

L'échantillon de la levure est mis dans une capsule préalablement pesée et déshydraté

dans une étuve à 105±2°C durant 24h.

.

d. Matières en suspension

Les matières en suspension (MES) consiste à déterminer les matières fines minérales ou organiques insolubles visibles à l'œil nu dans les rejets.

La séparation des matières en suspension se fait par filtration sous vide sur papiers filtre. Celui-ci est séché à 105°C jusqu'à l'obtention d'une masse.

Cette méthode est applicable au cas où les moûts ne sont pas trop chargés et colorés, si c'est le cas il faut passer à la centrifugation.

e. Matière minérale sulfatée

Cette méthode consiste à déterminer le taux de cendres dans les différents rejets.

Une prise d'échantillon mise dans un creuset est minéralisée dans un four à moufle à 650°C après lui avoir ajouté de l'acide sulfurique concentré. Pendant 24h on récupère une masse.

Rq : les cendres de **MMS** sont reprises pour le dosage de Calcium et Magnésium.

f. Dosage de Ca^{2+} et Mg^{2+}

Le dosage est effectué sur les cendres minérales préalablement obtenues après mise en solution par l'acide chloridrique à 50%.

-Dosage de Ca^{2+}

On complexe le calcium par l'EDTA à pH 13 en présence d'un indicateur coloré le Calcon, pour précipiter le magnésium sous forme de $Mg(OH)_2$.

-Dosage de Ca^{2+} et Mg^{2+}

En milieu alcalin à pH 10, l'EDTA complexe d'abord les ions Ca^{2+} s'ils sont présents puis les ions Mg^{2+}, la fin de la réaction est repérée par un indicateur coloré, le noir ErichromeT.

g. Dosage de l'azote:

La méthode de Kjeldahl est applicable pour le dosage de l'azote de différents composés azotés tels que les amines et les sels d'ammonium quaternaires.

Quand l'azote est sous forme organique, il faut d'abord procéder à la minéralisation en présence d'une solution d'acide sulfurique et d'un catalyseur selon la réaction :

$$\text{Azote Organique} \xrightarrow[+\ \text{Catalyseur Kjeldahl}]{\text{Oxydation par } H_2SO_4 \text{ à chaud}} \text{Azote minérale } (NH_4)_2SO_4$$

Après on procède à une distillation par l'ajout de la soude.

Le sulfate d'ammonium $(NH_4)_2SO_4$ formé par la minéralisation est donc dégagé et entrainé par de la vapeur d'eau dans une solution d'acide borique en excès qui le retient sous forme de $(NH_4)_3BO_3$.

La troisième étape est le titrage de l'ammoniaque par une solution titrée d'acide sulfurique, le point de virage de la réaction est apprécie par colorimétrie ou par pH mètre.

On déduit la quantité d'azote présente dans l'échantillon par le volume d'acide sulfurique versé pour neutraliser la solution d'ammoniaque.

Figure 5 : L'appareil de Buchi utilisé pour la Distillation

h. Dosage de phosphate :

Le dosage de phosphate nécessite aussi une minéralisation de la matière organique, la quantité de phosphate est déterminée par une méthode colorimétrique (la spectrophotométrie UV).

On effectue la lecture de l'absorbance à une longueur d'onde de 660 nm.

IV. Résultats et discussions

L'interprétation des résultats obtenus sur les rejets avant et après l'entrée à la nouvelle station, sera basée sur les analyses effectuées sur les différents paramètres : pH, conductivité, matière sèche, matière en suspension, matière minérale sulfatée, taux d'azote, de phosphate, de calcium et le magnésium.

Une comparaison entre les résultats des rejets avant et après l'entrée à la nouvelle station, sera efficace pour valider le fonctionnement de la nouvelle station.

1. Caractérisation des différents types de rejets d'eaux

a. Suivi du pH

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour le pH. L'histogramme **(figure6)** représente son évolution.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	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
	4,66	6,45	6,92	6,50	6,56	6,25	4,18	6
MOYENNE	4,63	6,44	6,71	6,94	6,78	6,32	4,28	5,85

Tableau n°2 : Suivi du pH des différents types de rejets.

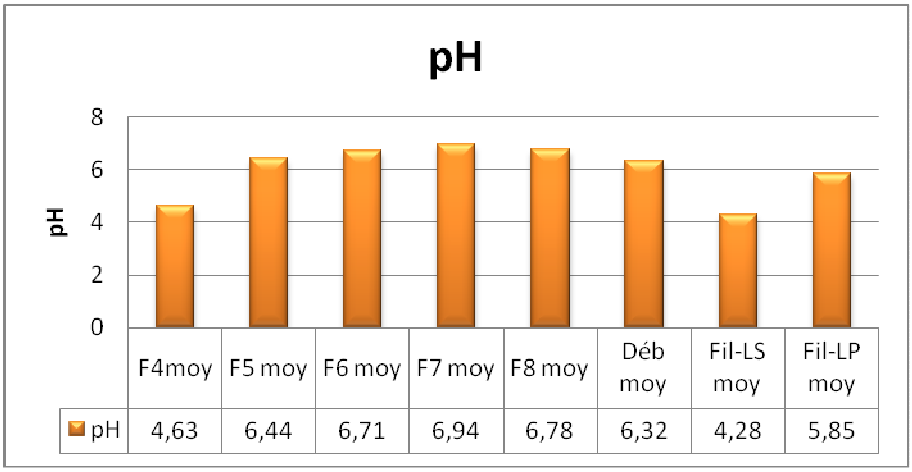


Figure6 : Evolution du pH des différents types de rejets.

Interprétation :

D'après l'histogramme, on remarque que le fermenteur 4 a un pH au environ de 4, inferieur aux autres fermenteurs, ceci pour éviter les contaminations.

On augmente le pH des autres fermenteurs pour que les cellules puissent se multiplier car le but est d'élever la biomasse.

Le pH de l'eau de filtration de la levure sèche est inferieur à celui de levure fraiche car on a acidifié la crème destinée à la levure sèche pour éviter toutes sortes de contamination.

b. Suivi de la conductivité

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour la conductivité.

L'histogramme **(figure7)** représente son évolution.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	FIL-LS	FIL-LP
Conductivité ms/cm	24,90	25,00	24,40	22,70	24,70	25,5	26,87	27,6
	26,30	23,50	25,00	22,20	24,60	25,6	27,8	26,27
	24,50	24,50	24,20	23,00	24,60	25	27,1	27,23
MOYENNE ms/cm	25,23	24,33	24,53	22,63	24,63	25,37	27,25	27,03

Tableau n°3 : Suivi de la conductivité des différents types de rejets

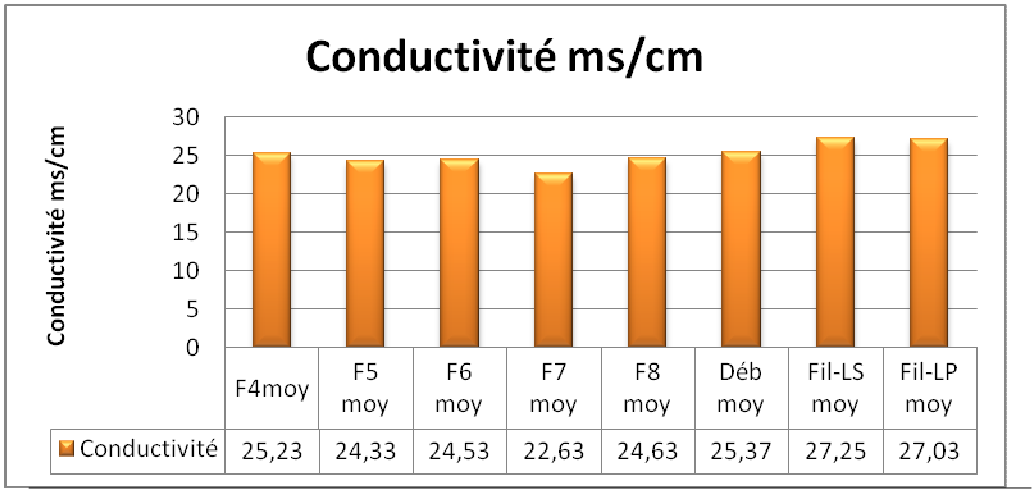


Figure7 : Evolution de la conductivité des différents types de rejets.

Interprétation :

Selon l'histogramme, on observe que le fermenteur 4 et le débourbage ont une conductivité qui dépasse les 25ms/cm du faite qu'ils sont plus concentrés que les fermenteurs 5, 6, 7, et 8.

Pour l'eau de filtration de la levure sèche et la levure fraiche, la conductivité est élevée par rapport aux autres .Cela s'explique par l'ajout de NaCl dans la crème avant la filtration.

c. Suivi de la matière sèche

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour la matière sèche.
L'histogramme **(figure8)** représente son évolution.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	FIL-LS	FIL-LP
Matière sèche g/l	44,9	59,8	55,7	64,3	67,2	499,8	56,3	11
	48	52,5	58,8	64,4	67,1	505,7	57,8	10,96
	53,8	58,9	57,3	65	67,1	485,7	59,5	10,7
MOYENNE g/l	48,90	57,07	57,27	64,57	67,13	497,07	57,87	10,89

Tableau n°4 : Suivi de la matière sèche des différents types de rejets.

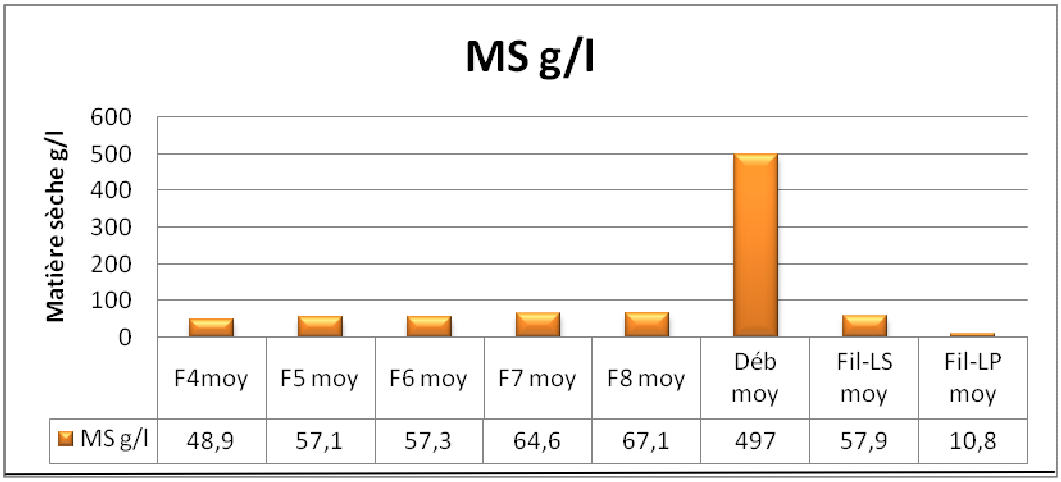


Figure8 : Evolution de la matière sèche des différents types de rejets.

Interprétation :

La teneur de la matière sèche pour les fermenteurs et l'eau de filtration est au environ de 60g/l, mais elle reste très faible par rapport au débourbage qui est riche en cendres.

d. Suivi des matières en suspension

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour les matières en suspension.
L'histogramme **(figure9)** représente son évolution.

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

Tableau n°5 : Suivi des matières en suspension des différents types de rejets.

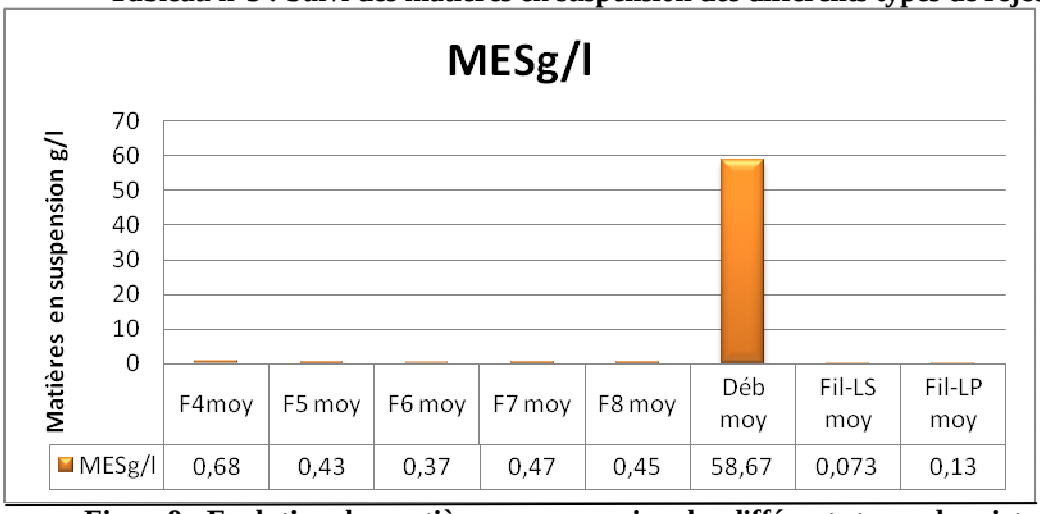


Figure9 : Evolution des matières en suspension des différents types de rejets.

Interprétation :

Selon l'histogramme, on observe que les fermenteurs, 5, 6, 7, 8 ont des valeurs proches en matières en suspension.

Le fermenteur 4 a une valeur élevée en matières en suspensions, du faite qu'il est plus concentré que les autres fermenteurs, mais cette valeur reste faible par rapport au débourbage car il est plus concentré en boues, ce qui nous indique qu'il y a une bonne élimination des impuretés au niveau de la clarification de la mélasse.

Pour les eaux de filtration, elles ont une faible quantité en matières en suspension, puisque elles sont diluées.

e. Suivi de la matière minérale sulfatée

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour la matière minérale sulfatée. L'histogramme **(figure10)** représente son évolution.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	FIL-LS	FIL-LP
Matière minérale sulfatée g/l	22,63	29,03	26,75	30,78	31,01	145,95	2,32	1,42
	51,22	27,93	28,46	31,04	32,75	146,88	2,16	1,35
	23,55	27,33	26,97	26,70	31,90	144,83	2,21	1,38
MOYENNE g/l	32,47	28,10	27,39	29,51	31,89	145,89	2,23	1,38

Tableau n°6 : Suivi de la matière minérale sulfatée des différents types de rejets.

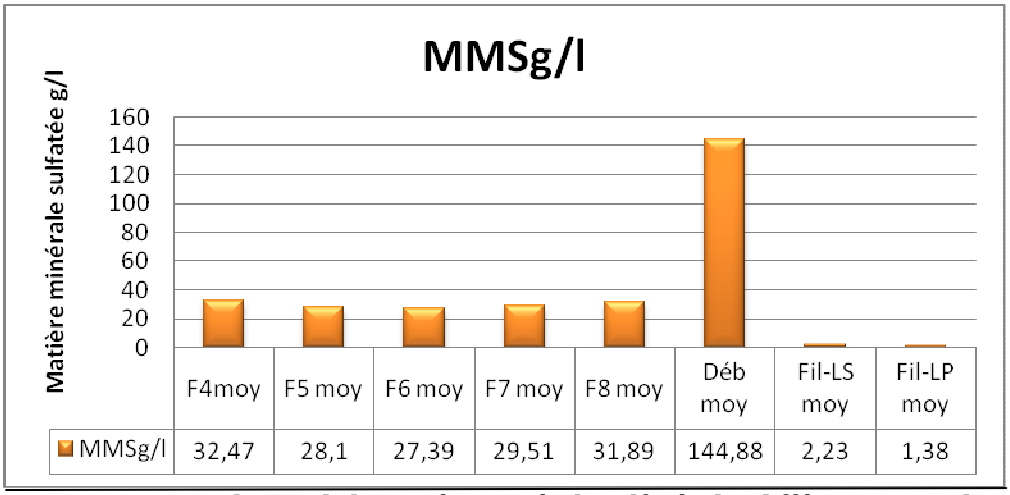


Figure10 : Evolution de la matière minérale sulfatée des différents types de rejets.

Interprétation :

Selon l'histogramme, on observe que la teneur en matière minérale sulfatée du fermenteur 4 est supérieure à celle des autres fermenteurs. Ceci semble logique puisqu'il est plus concentré que les autres fermenteurs.

On observe une valeur remarquable en matière minérale sulfatée pour le débourbage car il contient des pertes minérales de la mélasse.

On explique la diminution en matière minérale sulfatée au niveau des eaux de filtration car elles sont diluées.

f. Suivi de la teneur en azote et en phosphate

Les tableaux (n°7 et 8) ci-dessous regroupent les résultats trouvés pour l'azote et le phosphate. Les histogrammes **(figure11, 12)** représentent leurs évolutions.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	FIL-LS	FIL-LP
NTK g/l	2,72	2,6	2,24	2,41	2,24	1,03	1,5	0,71
	2,86	2,38	2,34	2,47	2,12	1,1	1,32	0,73
	3,74	2,42	2,75	2,25	3,67	1,14	1,96	0,63
MOYENNE g/l	3,11	2,74	2,44	2,38	2,68	1,09	1,59	0,69

Tableau n°7 : Suivi de la teneur en azote des différents types de rejets.

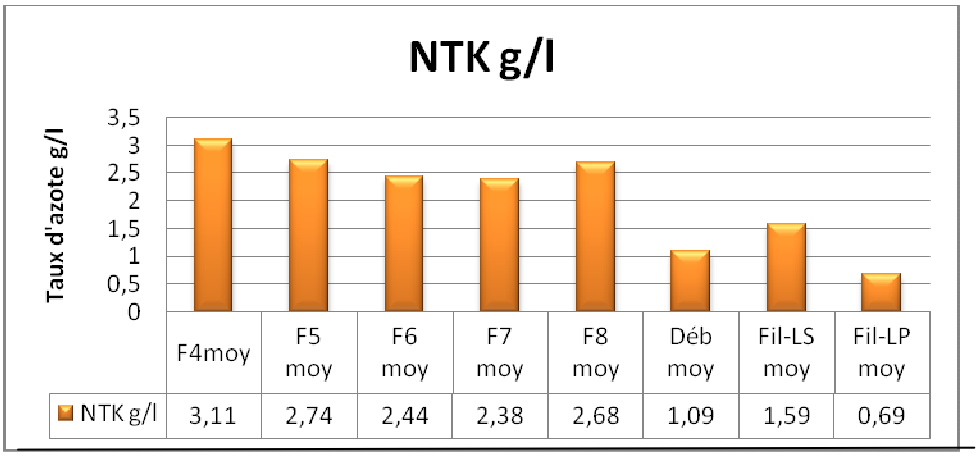


Figure11 : Evolution de la teneur en azote des différents types de rejets.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	FIL-LS	FIL-LP
P2O5 g/l	0,12	0,09	0,1	0,11	0,13	0,01	0,02	0,01
	0,11	0,09	0,09	0,1	0,11	0,01	0,01	0,01
	0,12	0,05	0,09	0,11	0,08	0,02	0,01	0,01
MOYENNE g/l	0,12	0,08	0,09	0,1	0,11	0,01	0,01	0,01

Tableau n°8 : Suivi de la teneur en phosphate des différents types de rejets.

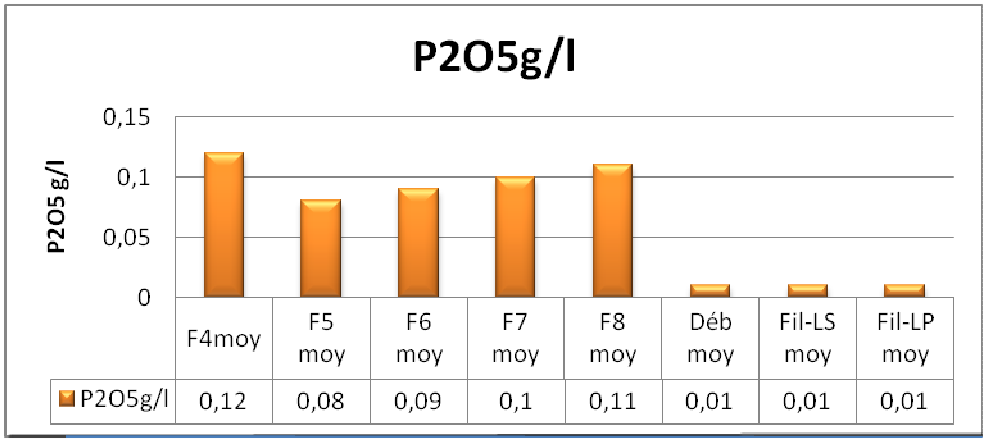


Figure12 : Evolution de la teneur en phosphate des différents types de rejets.

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 de taux d'azote et de phosphate pour le fermenteur 4 par rapport aux autres fermenteurs. Ceci est logique car il est plus concentré que les autres fermenteurs.

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

Le taux d'azote d'eau de filtration de la levure sèche est supérieur à celui de la levure fraiche, parce qu'on ajoute un excès d'azote sur la crème de la levure sèche pour augmenter son pouvoir conservatoire.

g. Suivi de la teneur en calcium et en magnésium

Les tableaux (n°9 et 10) ci-dessous regroupent les résultats trouvés pour la teneur en calcium et magnésium. Les histogrammes **(figure13, 14)** représentent leurs évolutions.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	FIL-LS	FIL-LP
CaO g/l	2,20	2,60	2,50	3,70	2,80	19,9	1,21	1,27
	1,85	1,30	2,55	2,50	2,85	19,2	1,3	1,1
	2,30	2,70	2,70	3,00	3,80	19,3	1,36	1,12
MOYENNE g/l	2,12	2,20	2,58	3,07	3,15	19,47	1,29	1,16

Tableau n°9 : Suivi de la teneur en calcium des différents types de rejets.

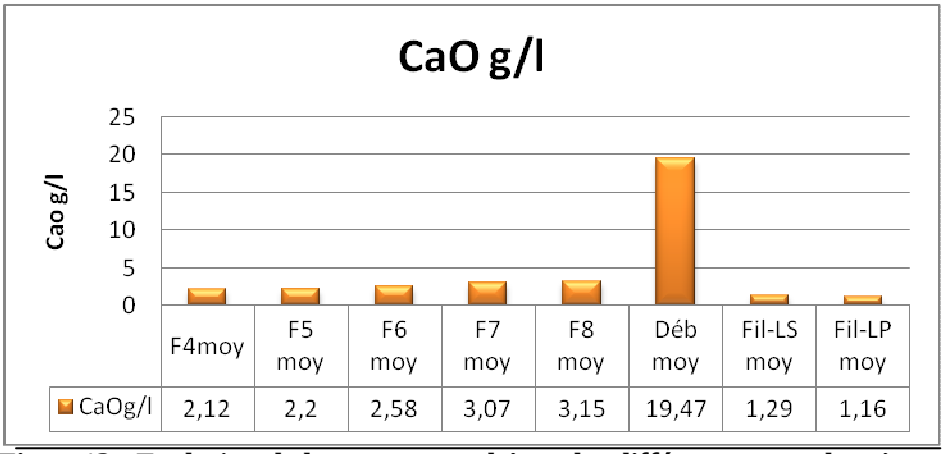


Figure13 : Evolution de la teneur en calcium des différents types de rejets.

	F4	F5	F6	F7	F8	Débourbage	FIL-LS	FIL-LP
MgO g/l	0,11	0,43	0,14	0,22	0,18	7,27	0,08	0,072
	0,18	0,47	0,25	0,38	0,32	7,22	0,08	0,07
	0,18	0,36	0,14	0,29	0,14	7,34	0,09	0,068
MOYENNE g/l	0,16	0,42	0,18	0,30	0,21	7,28	0,08	0,07

Tableau n°10 : Suivi de la teneur en magnésium des différents types de rejets.

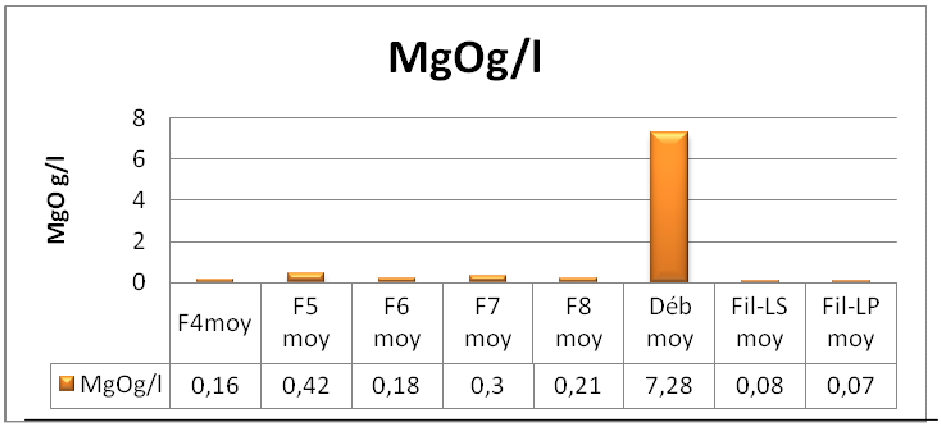


Figure14 : Evolution de la teneur en magnésium des différents types de rejets.

Interprétation :

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

On observe selon les histogrammes que la teneur en calcium pour les fermenteurs est approximativement au environ de 2g/l et la teneur en magnésium au environ de 0,3 g/l, mais ces valeurs restent très faibles par rapport au débourbage qui est riche en calcium et magnésium.

Pour les deux types d'eau de filtration, on remarque qu'il y a des traces en calcium et en magnésium, trop faibles par rapport aux autres, car elles sont diluées.

2. Efficacité de la station de traitement

Pour juger de l'efficacité de la station, nous avons procédé à l'analyse des différents paramètres physico-chimique pour caractériser l'eau du collecteur principal (rassemblant les différents rejets d'eaux qu'on vient de caractériser), l'eau au niveau du décanteur et l'eau à la sortie de la station (égout final).

a. Suivi du pH

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour le pH. L'histogramme **(figure15)** représente son évolution.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
pH	11,33	6	6,01
	4,35	5,82	5,73
	4,94	5,51	5,52
	6,16	5,65	5,83
	5,86	6,35	6,13
	6	5,69	5,98
	6,9	6,35	6,57
	6,93	6,4	6,46
	6,27	6,14	7,16
	7,48	6,3	6,02
	6,79	6,89	6
	6,71	6,4	5,84
	5,36	6,4	6,44
	7,53	6,34	6,4
	6,9	6,25	6,15
MOYENNE	6,63	6,17	6,15

Tableau n°11 : Suivi du pH au niveau de la nouvelle station.

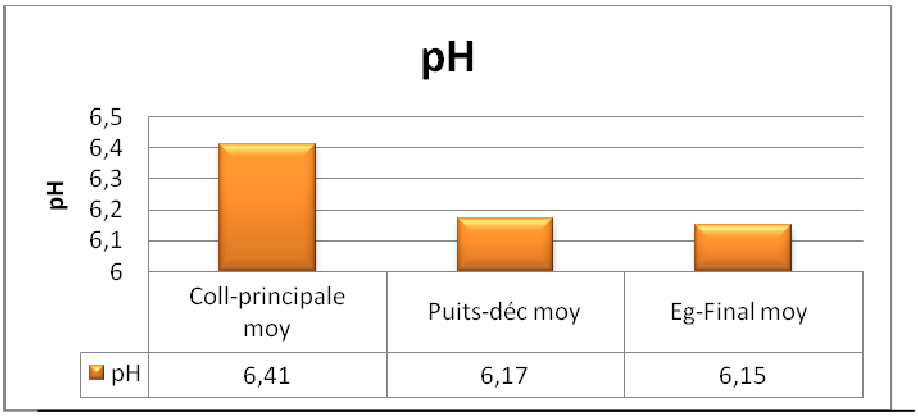


Figure15 : Evolution du pH au niveau de la nouvelle station.

.

b. Suivi de la conductivité

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour la conductivité. L'histogramme **(figure16)** représente son évolution.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
Conductivité ms/cm	23,90	18,41	20,20
	21,20	18,34	18,36
	23,80	18,67	18,45
	17,70	18,77	18,60
	14,78	14,83	14,37
	17,30	18,60	18,50
	21,30	19,70	20,40
	20,40	17,70	17,68
	20,30	19,40	18,92
	19,56	18,76	18,67
	23,40	19,84	20,00
	23,20	19,15	19,23
	24,00	16,82	15,58
	22,00	20,30	20,00
	23,20	14,30	13,66
MOYENNE ms/cm	21,07	18,24	18,17

Tableau n°12 : Suivi de la conductivité au niveau de la nouvelle station.

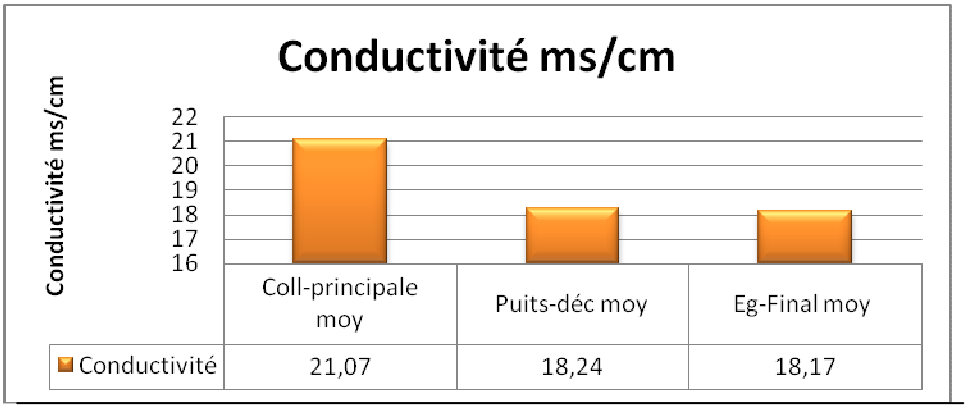


Figure16 : Evolution de la conductivité au niveau de la nouvelle station.

c. Suivi de la matière sèche

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour la matière sèche. L'histogramme **(figure17)** représente son évolution.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
Matière sèche g/l	43	30	39,0
	41,6	32,5	31,1
	33,3	33,3	32
	35,7	34,8	33,7
	32,7	21,2	20,4
	31,2	24,7	25,0
	45,0	38,8	42,3
	41	33,9	34,4
	44,8	37,5	37,7
	41,3	33,9	33,8
	54,3	39,5	30,2
	54	36,3	37,5
	48,3	29,7	29,1
	49,4	35,8	33,4
	54,6	25,4	22,5
MOYENNE g/l	43,3	32,5	32,2

Tableau n°13 : Suivi de la matière sèche au niveau de la nouvelle station.

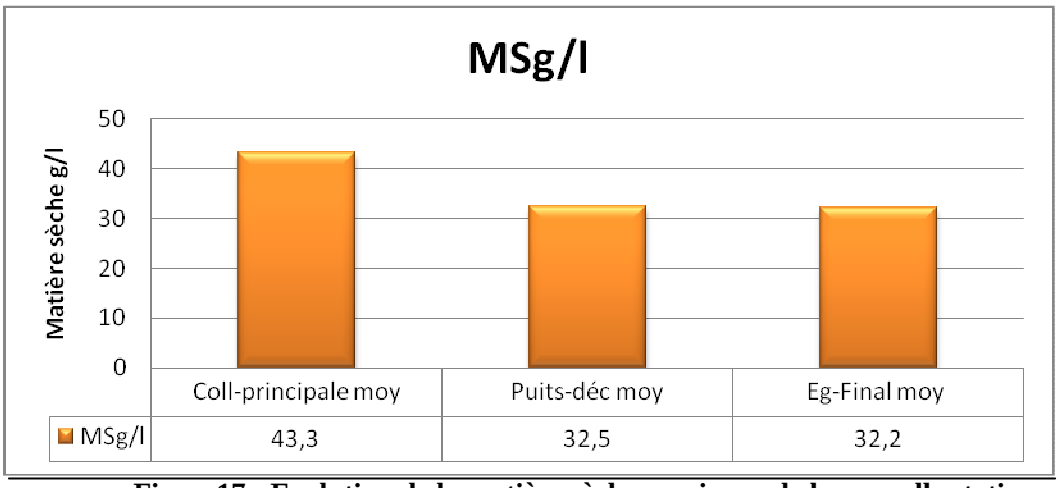


Figure17 : Evolution de la matière sèche au niveau de la nouvelle station.

d. Suivi des matières en suspension

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour les matières en suspension. L'histogramme **(figure18)** représente son évolution.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
Matières en suspension g/l	0,25	0,63	0,64
	0,50	0,67	0,70
	0,35	1,49	0,76
	0,90	1,21	0,82
	1,08	0,50	0,73
	1,24	0,62	0,84
	0,34	0,22	0,30
	0,36	0,22	0,30
	0,37	0,24	0,35
	0,51	0,53	0,53
	0,58	0,95	0,85
	0,95	0,77	0,88
	0,97	0,81	0,73
	0,93	0,93	0,70
	0,96	0,36	0,72
MOYENNE g/l	0,69	0,68	0,66

Tableau n°14 : Suivi des matières en suspension au niveau de la nouvelle station.

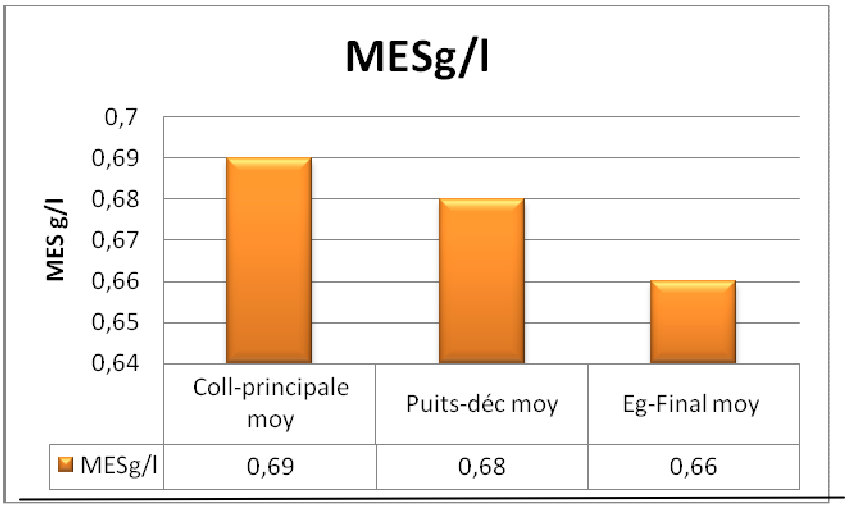


Figure18 : Evolution des matières en suspension au niveau de la nouvelle station.

e. Suivi de la matière minérale sulfatée

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats trouvés pour la matière minérale sulfatée. L'histogramme **(figure19)** représente son évolution.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
Matière minérale sulfatée g/l	30,50	17,45	20,30
	52,40	58,98	28,42
	23,90	17,49	15,34
	12,80	13,78	13,61
	12,40	15,24	14,02
	26,56	14,19	13,33
	22,80	20,22	21,86
	19,70	16,36	16,53
	49,50	46,92	49,51
	20,30	15,29	16,46
	26,30	28,04	19,84
	21,10	12,95	11,53
	23,00	15,64	15,72
	27,50	20,57	17,61
	26,60	14,20	13,30
MOYENNE g/l	26,36	21,82	19,16

Tableau n°15 : Suivi de la matière minérale sulfatée au niveau de la nouvelle station.

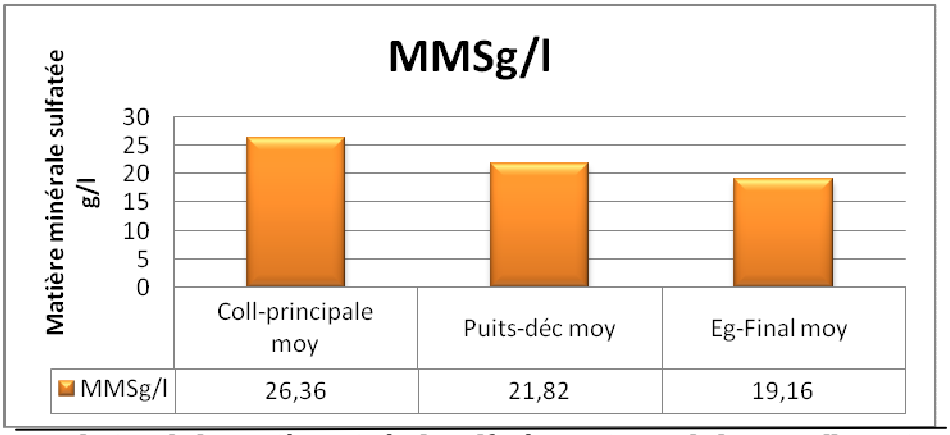


Figure19 : Evolution de la matière minérale sulfatée au niveau de la nouvelle station.

f. Suivi de la teneur en azote et en phosphate

Les tableaux (n° 16 et 17) ci-dessous regroupent les résultats trouvés pour l'azote et le phosphate. Les histogrammes **(figure20, 21)** représentent leurs évolutions.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
Taux d'azote g/l	2,37	1,20	1,42
	3,70	1,51	1,50
	3,39	1,54	1,50
	1,46	1,53	1,48
	1,94	1,58	1,60
	1,48	1,50	1,49
	1,70	1,75	1,58
	1,48	1,50	1,48
	1,88	1,75	1,63
	1,50	1,57	1,63
	2,16	1,66	1,67
	2,55	2,14	1,91
	2,94	1,15	1,29
	2,94	0,97	1,04
	2,34	1,05	1,04
MOYENNE g/l	2,26	1,49	1,48

Tableau n°16 : Suivi de la teneur en azote au niveau de la nouvelle station.

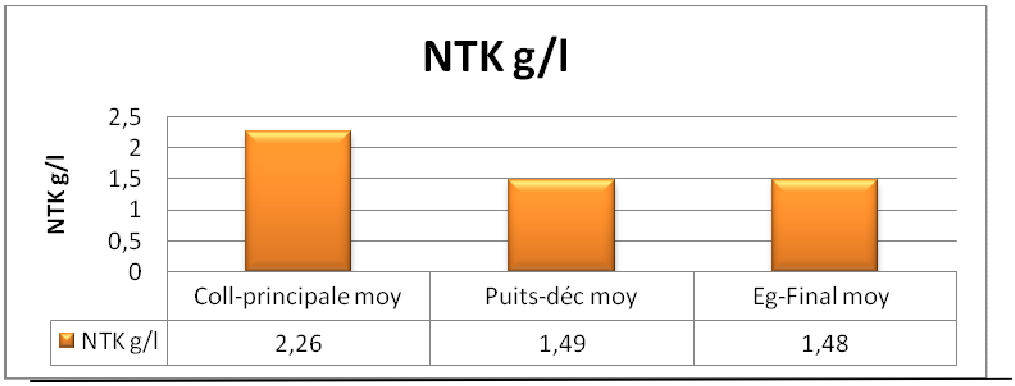


Figure20 : Evolution de la teneur en azote au niveau de la nouvelle station.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
Taux de phosphate g/l	0,18	0,16	0,08
	0,24	0,07	0,08
	0,20	0,09	0,08
	0,07	0,07	0,07
	0,12	0,09	0,05
	0,09	0,05	0,05
	0,07	0,05	0,07
	0,08	0,09	0,09
	0,12	0,14	0,11
	0,07	0,06	0,08
	0,21	0,15	0,18
	0,11	0,13	0,11
	0,11	0,10	0,10
	0,12	0,06	0,08
	0,10	0,03	0,05
MOYENNE g/l	0,13	0,09	0,09

Tableau n°17 : Suivi de la teneur en phosphate au niveau de la nouvelle station.

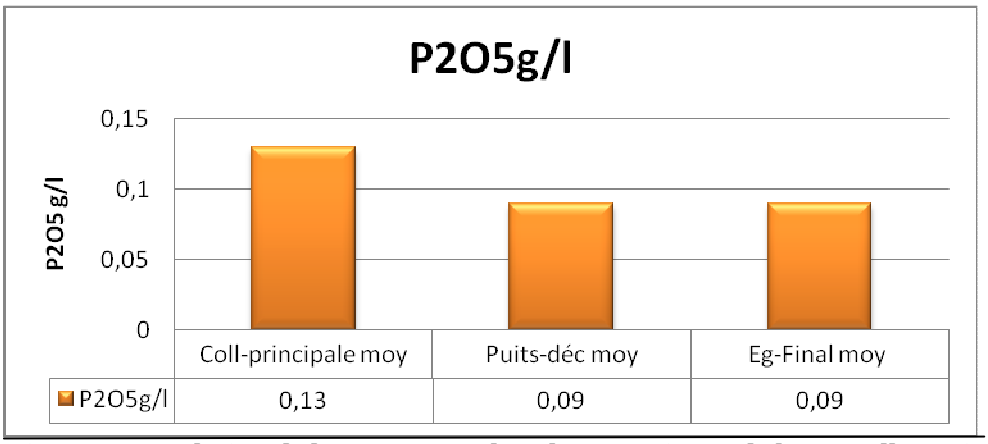


Figure21 : Evolution de la teneur en phosphate au niveau de la nouvelle station.

g. Suivi de la teneur en calcium et magnésium

Les tableaux (n° 18 et 19) ci-dessous regroupent les résultats trouvés pour la teneur en calcium et magnésium. Les histogrammes **(figure22, 23)** représentent leurs évolutions.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
CaO g/l	2,90	2,70	1,80
	2,05	1,70	1,55
	2,60	1,65	1,65
	1,80	1,70	1,75
	1,45	1,35	1,20
	1,50	1,25	0,45
	1,85	1,75	1,95
	1,95	1,90	1,95
	1,80	2,50	2,30
	1,30	1,35	1,45
	2,25	1,50	1,75
	2,35	1,60	1,60
	1,90	1,80	1,85
	1,40	2,10	2,05
	2,80	1,75	1,40

MOYENNE g/l	1,99	1,77	1,64

Tableau n°18 : Suivi de la teneur en calcium au niveau de la nouvelle station.

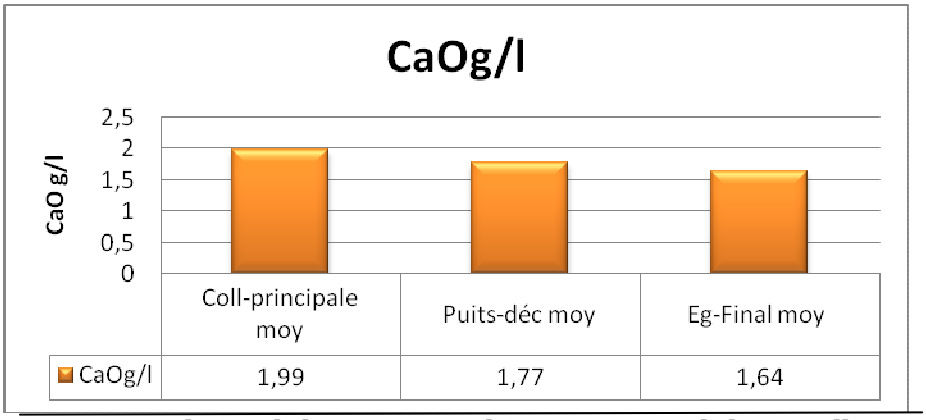


Figure22 : Evolution de la teneur en calcium au niveau de la nouvelle station.

	Coll-Principal	Puits-Déc	Eg-final
Mgo g/l	0,04	0,04	0,04
	0,22	0,22	0,18
	0,14	0,11	0,11
	0,22	0,22	0,14
	0,11	0,04	0,04
	0,25	0,36	0,09
	0,14	0,11	0,11
	0,22	0,14	0,11
	0,11	0,07	0,04
	0,11	0,07	0,04
	0,22	0,14	0,04
	0,22	0,18	0,14
	0,04	0,04	0,04
	0,14	0,14	0,04
	0,43	0,18	0,14
MOYENNE g/l	0,17	0,14	0,09

Tableau n°19 : Suivi de la teneur en magnésium au niveau de la nouvelle station.

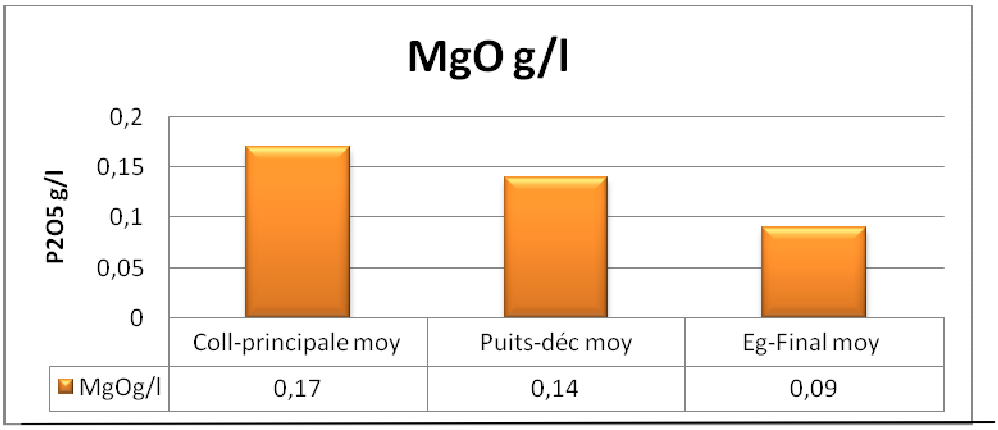


Figure23 : Evolution de la teneur en magnésium au niveau de la nouvelle station.

Interprétation :

Selon les histogrammes, on remarque que le pH diminue du collecteur Principal jusqu'au égout final, cela est dû au fait que l'appareil du pH de la cuve est mal étalonné.

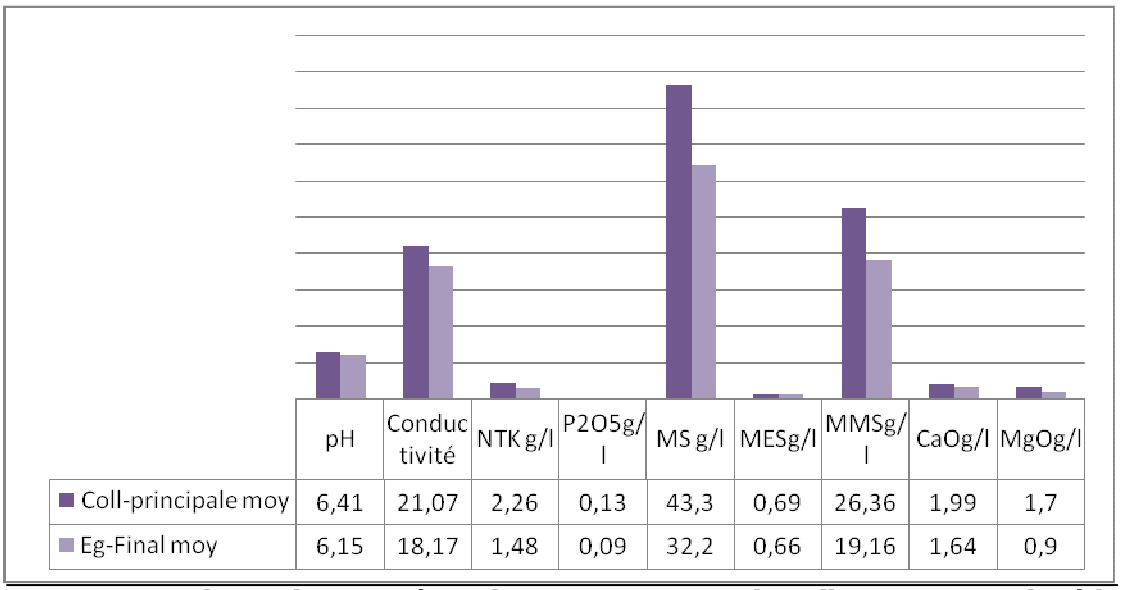
La diminution des autres paramètres au niveau de la nouvelle station, du collecteur Principal jusqu'au égout final, pourrait être expliquée par le facteur de la dilution avec de l'eau de lavage et l'action de la décantation.

3. Comparaison des résultats

Le tableau ci-dessous présente la comparaison des moyennes trouvées pour les résultats du collecteur principal et celles trouvées à la sortie de la station. L'histogramme **(figure24)** représente son évolution.

	Coll-principale moy	Eg-Final moy	Taux d'abattement
pH	6,41	6,15	4,06%
Conductivité ms/cm	21,07	18,17	13,76%
NTK g/l	2,26	1,48	34,51%
P2O5g/l	0,13	0,09	30,76%
MS g/l	43,3	32,2	25,64%
MESg/l	0,69	0,66	4,35%
MMS g/l	26,36	19,16	27,31%
CaO g/l	1,99	1,64	17,60%
MgO g/l	1,7	0,9	47,06%

Tableau n°20 : Suivi de l'évolution des paramètres des rejets avant et après l'entrée de station.



	pH	Conductivité	NTK g/l	P2O5g/l	MS g/l	MESg/l	MMSg/l	CaOg/l	MgOg/l
Coll-principale moy	6,41	21,07	2,26	0,13	43,3	0,69	26,36	1,99	1,7
Eg-Final moy	6,15	18,17	1,48	0,09	32,2	0,66	19,16	1,64	0,9

Figure24 : Evolution des paramètres des rejets au niveau du collecteur principal et à la sortie de la station.

Interprétation :

D'après l'histogramme, on peut déceler qu'il y a une diminution des paramètres physico-chimiques : Conductivité, MS, MMS, MES, teneur en calcium, en magnésium et la teneur en phosphate et en azote de collecteur principal jusqu'à la sortie de la station. Ce qui nous montre que la déconcentration est efficace au niveau du bassin de décantation, donc une bonne réduction de la charge polluante.

Pour le pH on remarque une légère chute. Ce qui nous indique que la nouvelle station ne fonctionne pas bien au niveau de la cuve de neutralisation.

Conclusion

La caractérisation physico-chimique d'un substrat organique est une étape nécessaire afin de mieux appréhender son devenir dans les procédés de dépollution et de valorisation.

Cette étude, effectuée au sein de la société Lesaffre, nous a permis de faire une caractérisation des différents rejets d'eaux (les différentes sources d'eaux polluées).

On a constaté que :

- les eaux au niveau du fermenteur F4 et le filtrat de la levure sèche sont légèrement acides et pour les autres sources d'eaux le pH se situe entre 5,9 et 7.
- Pour la conductivité toutes les eaux sont trop chargées en solides dissous (22,6-27,3 ms/cm).

- En ce qui concerne la MES, la MMS, la MS, on constate que leurs teneurs sont très élevés au niveau du débourbage et plus faible en générale au niveau des filtrats LS et LP.
- Pour les teneurs en azote et en phosphate, qui évoluent parallèlement, on détecte des valeurs élevées au niveau des fermenteurs, surtout le fermenteur 4. Pour le débourbage et les filtrats LS et LP les teneurs sont les plus faibles
- Pour les teneurs en CaO et MgO évoluent de même façon. Généralement les valeurs sont moyennement faibles surtout pour le MgO, sauf pour le débourbage qui atteint des valeurs > 19 g/l en CaO et > 7,2 g/l en MgO.

On peut dire que ces eaux sont en général chargées en polluants de différents types.

Pour l'étude de la station de traitement, les eaux à l'entrée (au niveau du collecteur) sont constituées des rejets (fermenteurs, débourbage, filtrats LS et LP) en mélange avec l'eau de lavage. Ceci explique le fait qu'ils sont un peu dilués mais ils restent toujours chargés.

L'analyse des eaux au niveau du collecteur principal et à la sortie de la station nous permet de conclure qu'on général, on observe une diminution du degré de pollution. Le taux d'abattement atteint 47% en MgO, 34% en NTK, 30% en P2O5, 27% en MMS, 25% en MS, 17% en CaO, pour la conductivité et la MES l'abattement est faible

Références bibliographiques

1. www.lesaffre.com
2. www.levure.com
3. www.wikipedia.org/wiki/Levure