

## Table des matières

<b>Introduction Générale .....</b>	<b>1</b>
<i>Présentation du lieu de stage .....</i>	<i>2</i>
1. Représentation de la société : LESAFFRE MAROC.....	2
2. Organigramme de la société.....	3
3. Description du laboratoire d'analyse LESAFFRE MAROC.....	4
<b>Chapitre I : Procédure de fabrication de la levure et principes fondamentaux.....</b>	<b>5</b>
I- Etude fondamentaux de la levure .....	6
a- Définition .....	6
b- Métabolisme de la levure.....	6
c- Mode de reproduction.....	6
II- Production industrielle de la levure.....	7
a- Matières premières.....	7
b- Les étapes de la production de la levure.....	8
<b>Chapitre II : Stations de traitement des sels nutritifs et instrumentation.....</b>	<b>11</b>
I- Définition Des sels Nutritifs.....	12
II- Les engrais azotés et phosphatés.....	12
a- Les engrais azotés.....	12
b- Les engrais phosphatés.....	13
III- Différentes étapes du traitement des sels nutritifs.....	13
a- Stockage.....	13
b- Dilution et désinfection.....	13
c- Filtration.....	14
d- Refoulement.....	14
e- Stockage des sels dilués.....	14
IV- Instrumentation.....	14
V- Analyses physico-chimiques.....	17
a- La conductivité.....	17
b- La matière sèche.....	17
c- Dosage de l'azote par la méthode de KJELDHAL.....	18
d- Dosage de Phosphate par spectrophotomètre.....	20
<b>Chapitre III : Résultats Et interprétation.....</b>	<b>22</b>
I- Dosage d'Azote : N <sub>2</sub> .....	23
II- Dosage de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	25
III- Test de la conductivité.....	26
IV- Test de la matière sèche.....	28
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>30</b>

# *Introduction Générale*

Ce document constitue le rapport de mon stage de fin d'étude que j'effectue pendant une durée d'un mois et demi dans l'entreprise industrielle « LESAFFRE MAROC » spécialisée dans la fabrication de levure de panification sous l'encadrement de M. Bennani chef de laboratoire et responsable qualité.

Ce stage a pour vocation de préparer l'étudiant au monde du travail favoriser un environnement de première expérience professionnelle

En ce qui concerne l'objectif global de mon stage, ce dernier s'articule au tour de deux volets. Le premier volet est d'avoir une vision plus vaste et générale sur la production à l'échelle industrielle dans une multinationale comme LESAFFRE, le deuxième volet consiste à analyser les différentes étapes de préparation de sels nutritifs utilisés comme source d'azote et de phosphate pour la levure depuis les sacs jusqu'aux fermenteurs.

Ce manuscrit, sera composé de trois parties :

- ✚ Une partie relatant le processus de production de la levure et principes fondamentaux.
  
- ✚ Une seconde partie exposant les stations de traitements des sels nutritifs et instrumentation
  
- ✚ Une troisième partie exposant le suivi des analyses physico-chimiques effectuées sur les sels nutritifs depuis les sacs bruts jusqu'aux fermenteurs.

Ces trois parties seront précédées d'une présentation du lieu de stage.

## Présentation du lieu de stage

**LESAFFRE** est un groupe familial, né dans le Nord de la France, **LESAFFRE** est aujourd'hui un acteur mondial de référence à la fois multi-local et pluriculturel.

Avec un chiffre d'affaires de **1,5** milliard d'euros en **2014**, **LESAFFRE** emploie **7700** collaborateurs répartis dans plus de **80** filiales implantées dans une quarantaine de pays. Ses produits sont distribués dans plus de **180** pays.

### 1. Présentation de la société : **LESAFFRE MAROC**

En 1993, la société SODERS a été majoritairement détenue par le groupe Français **LESAFFRE** et porte aujourd'hui comme nouvelle appellation " **LESAFFRE MAROC** ", elle présente le leader mondial dans la fabrication de la levure de panification grâce à ses connaissances approfondies sur la levure, située au quartier industriel SIDI BRAHIM Fès, son Directeur générale est Mr **Damien LESAFFRE**.

**LESAFFRE MAROC** a choisi " **l'hirondelle** " comme **logo**, ce dernier est un symbole de proximité et de fidélité, qui traversa le temps et l'espace, c'est un logo qui identifie les produits de la société et se considère comme l'emblème fédérateur du groupe **LESAFFRE MAROC** dans le monde via ses 35 sites de production et sociétés commerciales et des distributions afin d'être plus proche de ses clients.

- Elle fabrique et commercialise les marques suivantes :

➤ **Levure fraîche : JAOUDA**



➤ **Levure sèche : RAFIAA et NEVADA**



➤ **Améliorants de panification : Ibis bleu et Maximin**

➤ **Levure destinée pour saturer les besoins des Forces Armées Royales : FAR**

## 2. Organigramme de la société

LESAFFRE MAROC est constituée de plusieurs services et directions, qui ont comme direction Commune la direction générale.

Les différents services et directions sont présentés dans l'organigramme ci-dessous, accompagné du service qualité « **Laboratoire** » dont lequel j'ai effectué mon stage:

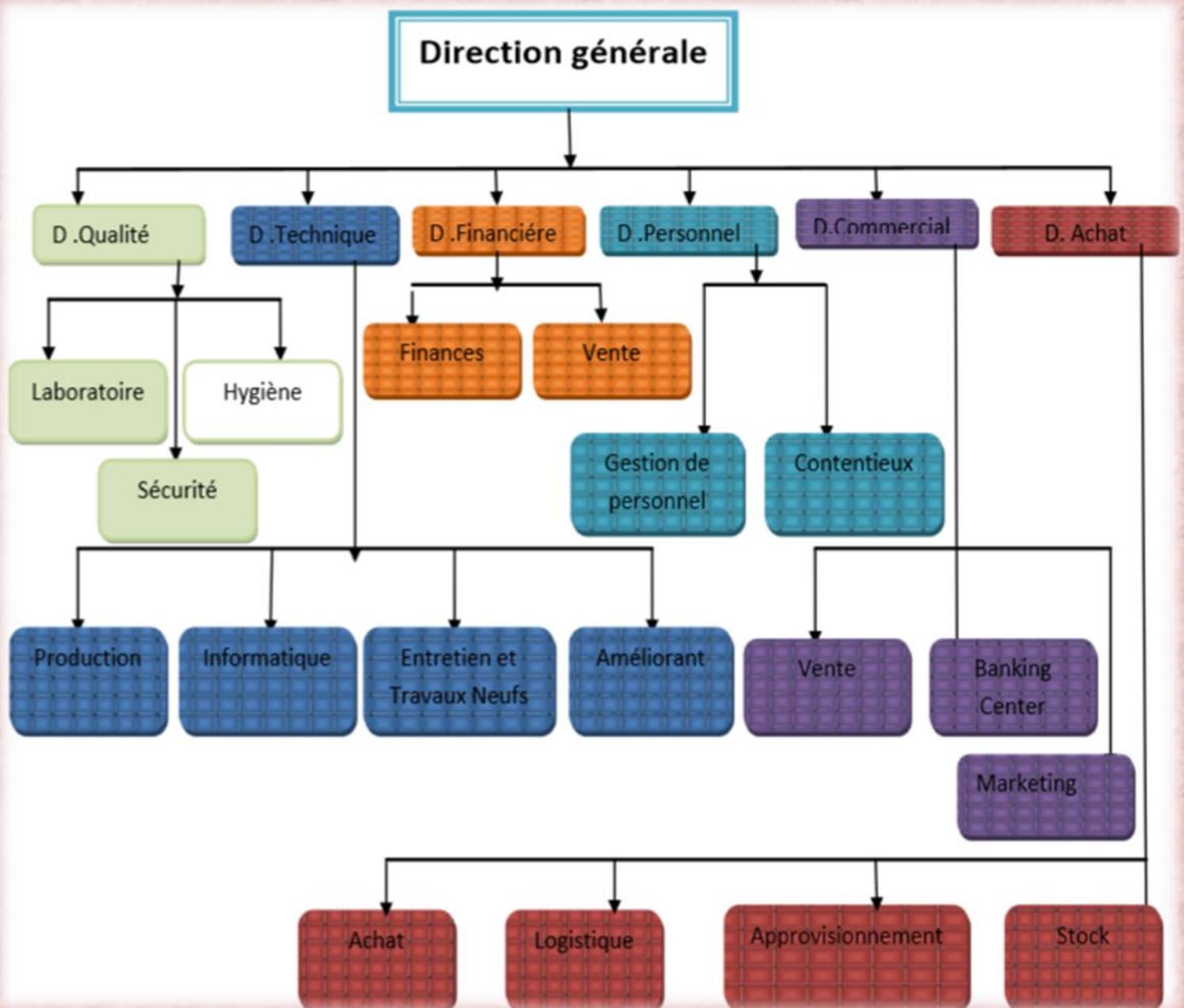


Figure 1 : L'organigramme de la société LESAFFRE MAROC

## 2. Description du laboratoire d'analyses LESAFFRE MAROC

LESAFFRE MAROC dispose de deux laboratoires, **microbiologique** et **physicochimique** qui sont chargés de faire des analyses le long de la chaîne de production, depuis la préparation de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini (levure fraîche ou sèche) ; qui répond à toutes les normes de qualité.

### ❖ Laboratoire d'analyses microbiologiques

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

### ❖ Laboratoire d'analyses physicochimiques

- Il est divisé en trois parties :
  - ✚ Salle de panification où s'évalue la force panaire ;
  - ✚ Salle de stockage où se trouvent tous les matériels et les produits initiaux ;
  - ✚ Salle d'analyse physico-chimique 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.

# **Chapitre I :**

## *Procédure de Fabrication de la levure* *Et principes fondamentaux*



## I. Etudes fondamentale des levures

### a. Définition

La levure est un champignon unicellulaire microscopique et eucaryote, apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales, La levure la plus connue porte le nom de *Saccharomyces Cerevisiae* : **Saccharo** pour sucre et **Myces** pour champignon.

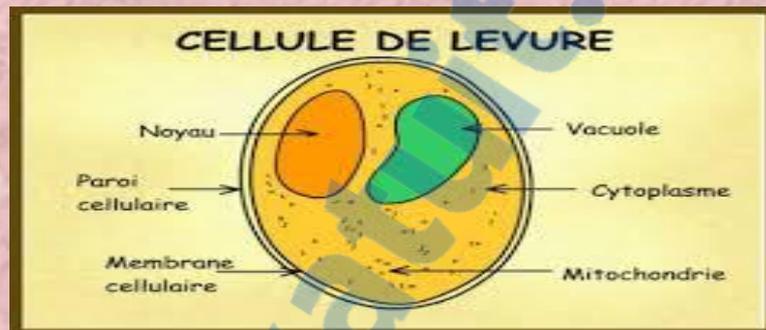


Figure 2 : Structure de la levure *Saccharomyces Cerevisiae*

### b. Métabolisme de la levure

La levure, comme tout être vivant, vit en présence d'oxygène (aérobiose); mais elle a aussi la remarquable faculté de s'adapter à un milieu sans air (anaérobiose) :

- ✚ **La Respiration** unicellulaire **aérobie** qui transforme le glucose en dioxyde de carbone (ou gaz carbonique, ou CO<sub>2</sub>) c'est grâce à elle que l'on fait lever le pain :



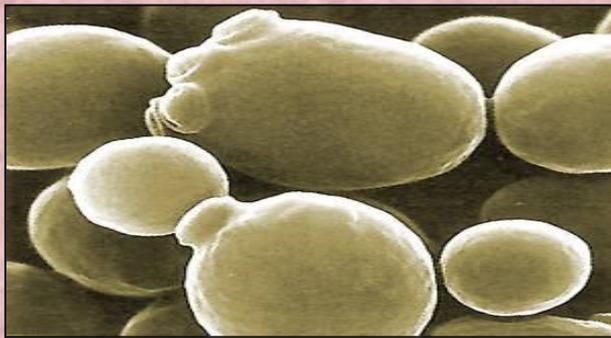
- ✚ **La Fermentation** alcoolique **anaérobie** qui transforme le glucose en alcool (éthanol) : les boissons alcoolisées fermentées telles que le vin et la bière fabriques de cette façon :



### c. Mode de reproduction

Les modes de reproduction varient en fonction des espèces de levures elles peuvent se multiplier par :

- **Scissiparité** : fission d'une cellule de levure en deux cellules filles identique à la cellule mère.
- **Bourgeonnement** : la plupart des levures se reproduisent par bourgeonnement, une petite hernie apparait en un point de la surface d'une cellule mère, grossit et s'étrangle. Le bourgeon (cellule fille) se détache, grossit et bourgeonne à son tour.



**Figure 3** : Reproduction par bourgeonnement du *Saccharomyce cerevisiae*

## II. Production industrielle de la levure

### a. Matières premières

Comme tout être vivant la levure a besoin de :

- **Source de carbone** : La mélasse présente pour la levure une source de carbone, sa préparation « 75% Betterave + 25% canne » consiste en une :



- **Source d'azote, de sulfate et de phosphate** (Urée, Sulfate d'ammoniac, mono ammonium phosphate) : sels nutritifs.
- **Source de minéraux et de vitamines.**

## b. Les étapes de la production de la levure

### ➤ 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 sontensemencées 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 demande 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 laissera possible une première multiplication des cellules ,puis , le contenu de « **Van Lear** » est versé dans un ballon plus grand appelé « **Carlsberg** » où elles se multiplient à nouveau .

### ➤ 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 des éléments nutritifs, eau, mélasse stérile, sels minéraux, oligo-éléments et vitamines, dont cet ajout se fait d'une manière semi-continue selon les besoins.

#### ✚ 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 moût pour ne pas tuer la levure.

#### ✚ Séparation

La séparation s'effectue en deux étapes de procédé : Après l'obtention de la levure mère et après l'obtention de la levure commerciale ; Le principe repose sur la séparation des cellules de levures des restes du milieu nutritif par centrifugation. On obtient un liquide léger « le moût délavé », et un liquide dense « la crème ».

## 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 est de ne laisser pénétrer que l'eau.

La crème étant étalée sur la surface de filtre et récupérée sous forme de levure râpée.

## Conditionnement

### Levure fraîche

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 froide afin d'être réfrigérée à cœur avant son expédition.

### Levure sèche

Pour la levure sèche, le gâteau provenant de la filtration sous vide 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.

**SPH** : levure sèche active ou à réhydratation sous forme de petits grains sphériques, emballées sous air dans des sachets de **50g, 100g et 500g**.

**SPI** : levure sèche instantanée sous forme des bâtonnets, emballées sous vide dans des sachets de **450g** ainsi que dans des cartons de **25kg** destinés à l'export, elle est caractérisée par une force de fermentation supérieure à celle de la SPH.

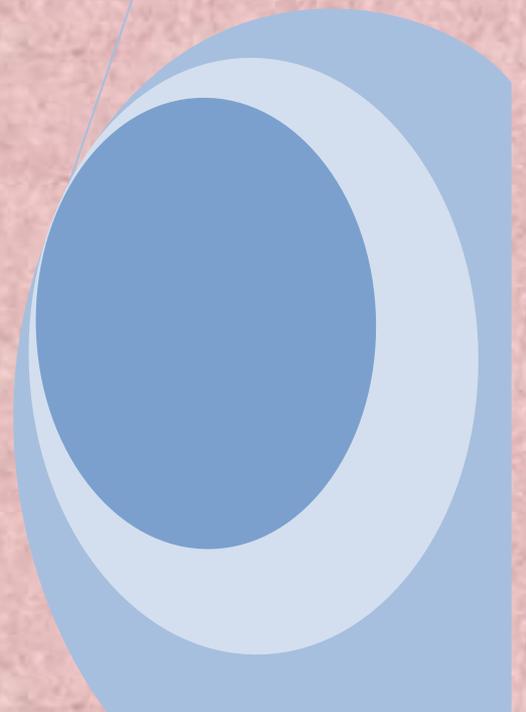
## Conservation

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



# ***Chapitre II :***

## ***Stations de traitement des sels nutritifs*** ***Et instrumentation***



## I. Définition Des sels Nutritifs

Les sels nutritifs sont des engrais azotés et phosphatés utilisés pour répondre aux exigences nutritionnelles imposées par la croissance et la multiplication des cellules de la levure.

L'apport azoté et phosphaté de mélasse est insuffisant pour couvrir les besoins de la levure.

**LESAFFRE** Maroc importe les sels nutritifs des sociétés qui fabriquent les engrais utilisés par les agriculteurs.

## II. Les engrais azotés et phosphatés

### a. Les engrais azotés

#### + L'urée

L'urée est fabriquée en faisant agir l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) avec  $\text{CO}_2$  sous pression :



Puisque l'azote est combiné avec le carbone, l'urée est une source organique d'azote, qui se présente sous forme des granules sphériques blancs, fin, ininflammable, sans odeur

- Poids moléculaire : 60,05539g/mol ;
- Formule :  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  ;
- Contient : 46%  $\text{N}_2$  ;
- L'urée contient 46% de  $\text{N}_2$  la teneur la plus élevée en azote de tous les engrais solides communs, ainsi il est moins hygroscopique et moins corrosive.
- conservé dans des sacs de 50 kg.

#### + Sulfate d'ammonium

Le sulfate d'ammonium est un sel très pur. Il résulte de la réaction entre l'ammoniac et l'acide sulfurique



- Poids moléculaire : 132,1g/mol ;
- Formule :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ;
- Contient 21%  $\text{N}_2$  ;
- Le sulfate d'ammonium est utilisé pour sa teneur en azote ammoniacal. Ce composé est indispensable à la biosynthèse des protéines pariétales indispensables au transfert des sucres de l'intérieur vers l'extérieur de la cellule.

## **b. Les engrais phosphatés**

### **✚ Monoammonium phosphate**

Produit de la réaction d'une molécule d'ammoniac avec une molécule d'acide phosphorique



- Poids moléculaire : 132g/mol ;
- Formule :  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$  ;
- Contient : 12% de N<sub>2</sub> et 63% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ;
- Le MAP est utilisé pour sa teneur élevée en phosphore.

## **III - Différentes étapes du traitement des sels nutritifs**

### **a. Stockage**

Les sels proviennent de différents fournisseurs du Maroc par des camions. On calcule la teneur en Azote et Phosphate pour le Mono ammonium Phosphate, et l'Azote pour l'Urée et Sulfate d'Ammonium, pour s'assurer de la bonne qualité.

Après on stocke les sels dans un dépôt à l'abri de la lumière et exempt d'odeur

### **b. Dilution et désinfection**

La dilution se fait afin de réaliser la concentration souhaitée des sels.

Les sels sont évacuées dans une cuve munie d'un agitateur afin d'accélérer la solubilisation des sels et d'un filtre afin d'éliminer les impuretés qui sont remplies d'eau désinfectée avec de l'eau de javel (chloration), Afin d'obtenir la concentration souhaitée dans chaque cuve de préparation, les normes caractérisées par le volume d'eau et la quantité des sels évacuée doivent être respectés.

	<b>Volume des cuves (L)</b>	<b>Capacité de bac (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Nombre de Sacs</b>	<b>Densité</b>	<b>Eau de javel (L)</b>
<b>Urée</b>	10 000	25	45	1,05	1
<b>MAP</b>	10 800	15	50	1,055	1
<b>SA</b>	6000	7	25	1,095	0,5

**Figure 5 : Concentration des sels nutritifs**

### **c. Filtration**

Avant le transfert au bac de stockage la solution diluée traverse un filtre qui contient des pores très fines afin d'éliminer les impuretés.

### **d. Refoulement :**

Le refoulement de la solution diluée s'effectue par les pompes centrifuges.

### **e. Stockage des sels dilués**

Après l'élimination de la partie sursaturation, on transfère la partie soluble au bac de stockage.

## **VI. Instrumentation**

### **a. Bac de préparation**

Le **bac de préparation** des sels se compose :

- ✚ D'une cuve isolée de type inox.
- ✚ D'un cube intérieur qui présente une bonne conductivité, solide, indéformable.
- ✚ La forme ainsi que le fond de la cuve est conçue de façon que l'écoulement des liquides par la vanne de vidange disposé en un point bas se fasse complètement et rapidement.
- ✚ D'un agitateur assurant la solubilisation des sels dans l'eau.

### **b. Les pompes**

La **pompe** est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide.

- Les pompes véhiculant des liquides se divisent en deux catégories principales :

- ❖ **Les pompes centrifuges** : le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge. ; ce sont des pompes utilisées pour le refoulement des sels dilués au bac de stockage.
- ❖ **Les pompes volumétriques** : l'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide.

### c. Les filtres

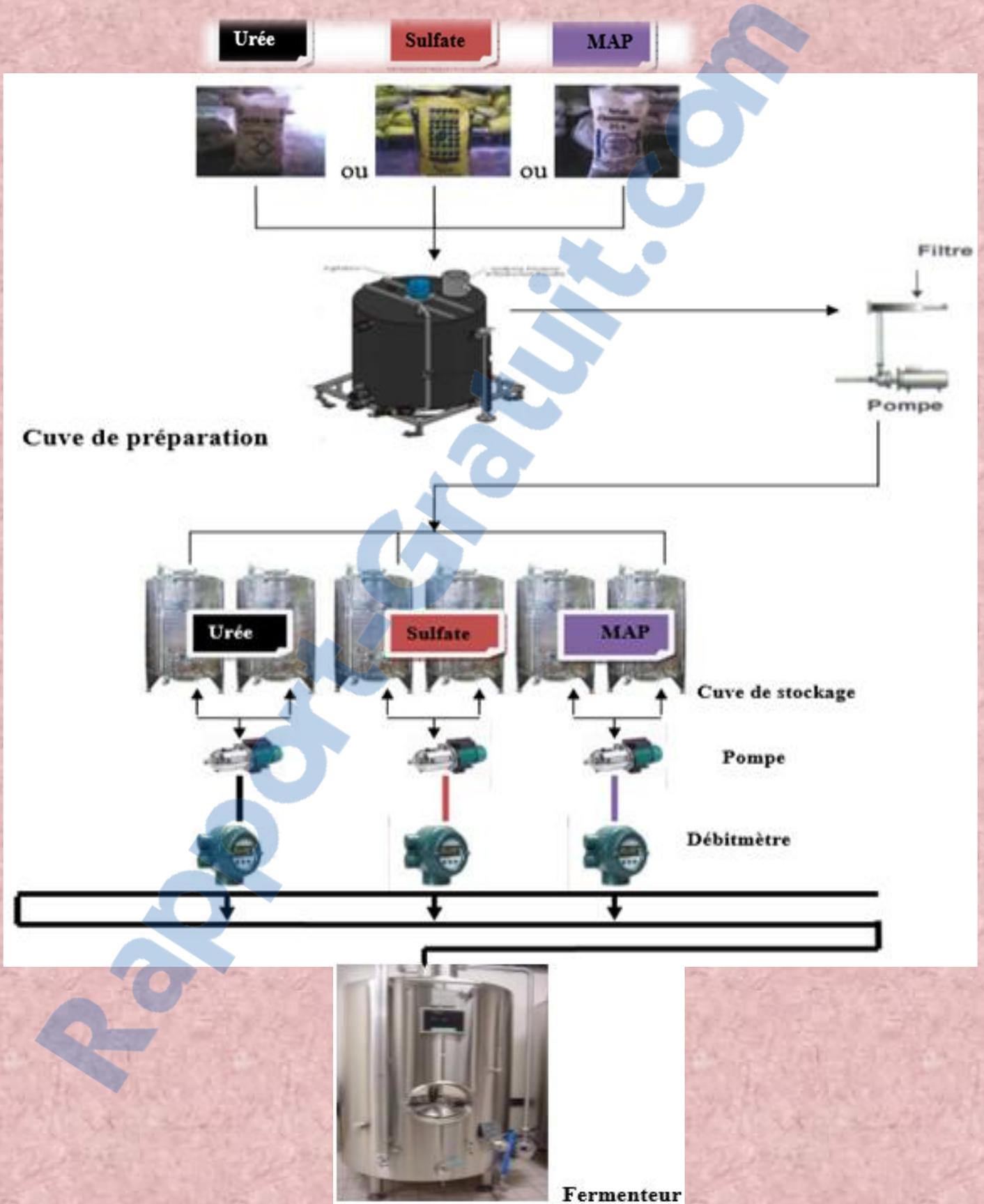
Un **filtre** se présente sous forme d'un cylindre, il permet de :

- Améliorer la clarté et la brillance
- Stabiliser la limpidité
- Affiner les propriétés organoleptiques en réduisant certains défauts

### d. Débitmètre

Un **débitmètre** est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide qui est très important pour le comptage matière ; Il doit être :

- Fiable
- Précis
- Hygiénique



**Figure 6 : Schéma du Circuit de préparation des sels nutritifs**

## V. Analyses physico-chimiques

### a. La conductivité

La conductivité c'est la capacité d'une solution à transmettre le courant électrique ; Cette mesure est le signe de la présence d'ions dans l'eau.

Plus l'eau contient d'ions (de sel dissous), plus sa capacité à conduire le courant est importante et plus sa conductivité est grande.

#### Mode Opérateur :

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 en micro-siemens par centimètre ( $\mu\text{s/cm}$ ).

### b. La matière sèche :

- ❖ La **matière sèche** (MS) est ce que l'on obtient lorsqu'on retire l'eau d'un produit.
- ❖ Le **pourcentage de matière sèche** est le ratio entre le poids de la matière sèche et la masse de la matière non-sèche (hydratée).

#### Mode Opérateur :

- Peser les capsules vides ;
- Introduire dans chaque capsule une prise d'essai du sel brut ;
- Introduire les échantillons dans l'étuve pendant 16h ;
- Calciner jusqu'à obtention d'un résidu blanchâtre ;
- Laisser refroidir les capsules dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante puis peser les.

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

Avec : **P.E** = Prise d'essai

**Masse (M.S)** = poids de la capsule sèche -le poids de la capsule vide

### c. Dosage de l'azote par la méthode de KJELDHAL

La principale méthode utilisée pour la détermination de la teneur en azote est fondée sur le procédé de Kjeldahl ; Dans la méthode de Kjeldahl, l'azote organique est transformé en azote minéral, sous forme ammoniacale  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , par action d'acide sulfurique concentré, et on mesure la quantité d'ammoniac libérée par le sel d'ammonium.





**Figure 8** : Appareil de Distillation

Mode Opérateur :

- ❖ Après minéralisation (1heure) et refroidissement, ajuster à 100 ml une fiole jauge avec eau distillée ;
- ❖ Prélever 50ml de cette solution et mettre dans les matras,
- ❖ Placer le tube dans le distillateur ;
- ❖ Ajouter 40ml 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 3min ;
- ❖ Démarrer la distillation.

➤ Déplacement par la soude en excès



- L'ammoniac est recueilli dans une solution d'acide borique ( $H_3BO_3$ ). l'acide borique est un acide faible qui ne réagit pas avec l'ammoniac, il sert simplement de le piéger on donnant un complexe :  $(NH_4)_3BO_3$

➤ Entrainement par distillation de l'acide basique en excès :



✚ **Titration en retour**

Titre le distillat récupéré avec  $H_2SO_4$  (0.05N) à l'aide d'un titreur automatique tout en introduisant l'électrode du pH-mètre (pour lire le pH) dans le bécher tout en agitant par agitateur magnétique.

➤ Titration du Borate d'ammonium par l'acide sulfurique



$$\% N_2 = V.T (H_2SO_4) * 0,07 / PE$$

## CALCUL DE N<sub>2</sub>:

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

### d. Dosage de Phosphate par spectrophotomètre

La **spectrophotométrie** est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'**absorbance** ou la densité optique d'une substance chimique donnée, généralement en solution. Plus l'échantillon est concentré, plus il absorbe la lumière dans les limites de proportionnalité énoncées par la loi de Beer-Lambert.



**Figure 9** : Spectrophotomètre

#### Mode opératoire

- Prélever 20ml de la solution obtenue après dilution, et l'introduire dans une fiole de 50ml, puis on ajoute:
  - 4ml de METOL à 2% ; joue le rôle d'un catalyseur ;
  - 4ml d'héptamolibdate d'ammonium ; joue le rôle d'un complexe ;
  - 2ml de bisulfite de sodium à 35% ; joue le rôle d'un réducteur.
- 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 un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 660nm.

## CALCUL P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Avec : A= absorbance affichée sur le spectrophotomètre  
K= constante  
P.E= prise d'essai

$$\%P_2O_5 = A * K * 0,5 / P.E$$

**Remarque :**

- ✚ On effectue les deux unités (Minéralisation et Distillation Bûchi) seulement pour l'urée, parce que l'urée est une source organique d'azote.
- ✚ Pour le Mono ammonium de Phosphate et le Sulfate d'ammonium on utilise une seule unité (Distillation Bûchi).

## ***Chapitre III :***

# ***Résultats et interprétations***

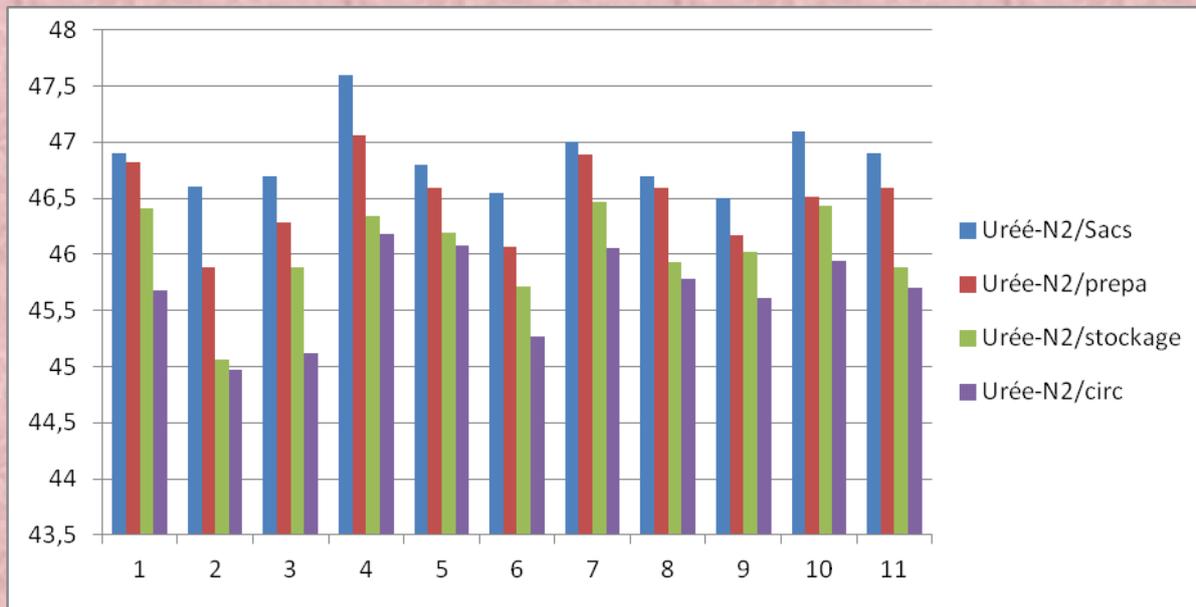


Ce chapitre va aborder les résultats constatés aux différents stades du traitement des sels nutritifs ; effectué au sein du laboratoire **LESAFFRE MAROC**.

Comme analyse physico-chimique, on a déterminé la teneur en azote et en phosphate ainsi que la mesure de la conductivité et la matière sèche. On a effectué un suivi des paramètres physico-chimiques des sels nutritifs bruts et dilués pendant 11 jours, chaque jour on a prélevé un échantillon de chaque station étudiée.

## I. Dosage d'Azote : $N_2$

### ❖ Urée

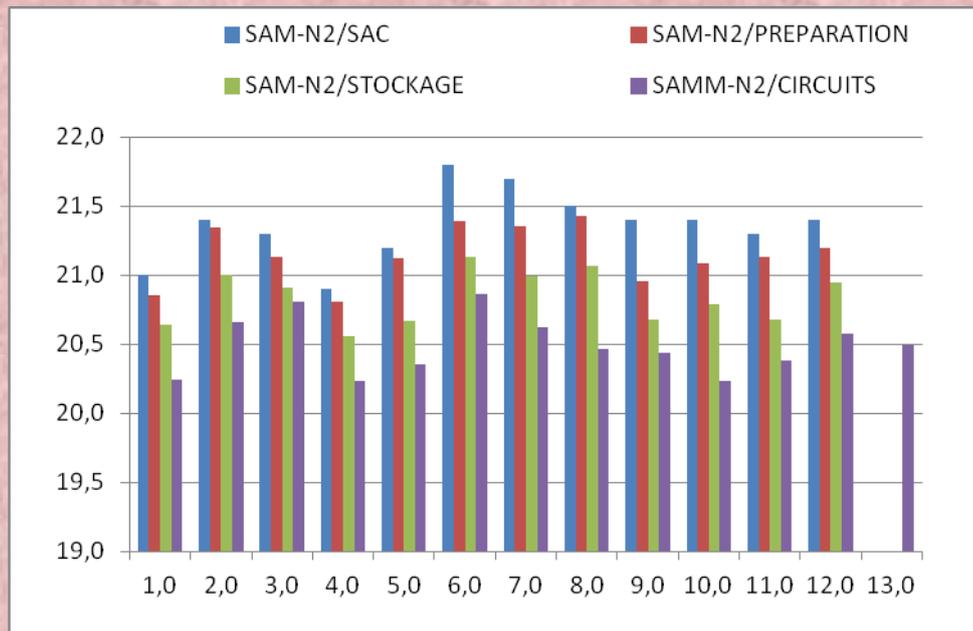


**Graph n°1 :** représentation graphique de la teneur en  $N_2$  dans l'Urée

### Interprétation :

- On remarque que la teneur de l'azote dans la solution de l'urée est variable sans dépasser les limites supérieur ou inférieur qui sont fixés entre 47-45 %. Pour le même échantillon nous avons remarqué une certaine diminution de teneur d'azote au cours du temps qui est bien observé entre les différentes étapes de traitement des sels nutritifs; mais il reste proche à celle de l'eau car l'urée est un sel organique qui ne se présente pas sous forme ionique. Aussi aucune contamination n'a été détectée dans le circuit de urée qui confirme qu'il est conforme à l'exigence et au norme.

## ❖ Sulfate d'ammonium



**Graphique n°2 :** représentation graphique de la teneur en N<sub>2</sub> dans SA

### Interprétation :

- On remarque que la teneur de l'azote dans la solution de sulfate d'ammonium est variable sans dépasser les limites supérieur ou inférieur qui son fixés entre 22-20 % . Pour le même échantillon on remarque une certaine diminution de teneur d'azote au cour du temps qui est bien observé entre les différentes étapes de traitement des sels nutritifs ; cela peut être due à une décantation de sels au fond du bac de préparation.

## ❖ Mono ammonium phosphate



**Graphique n°3 :** représentation graphique de la teneur en N<sub>2</sub> dans le MAP

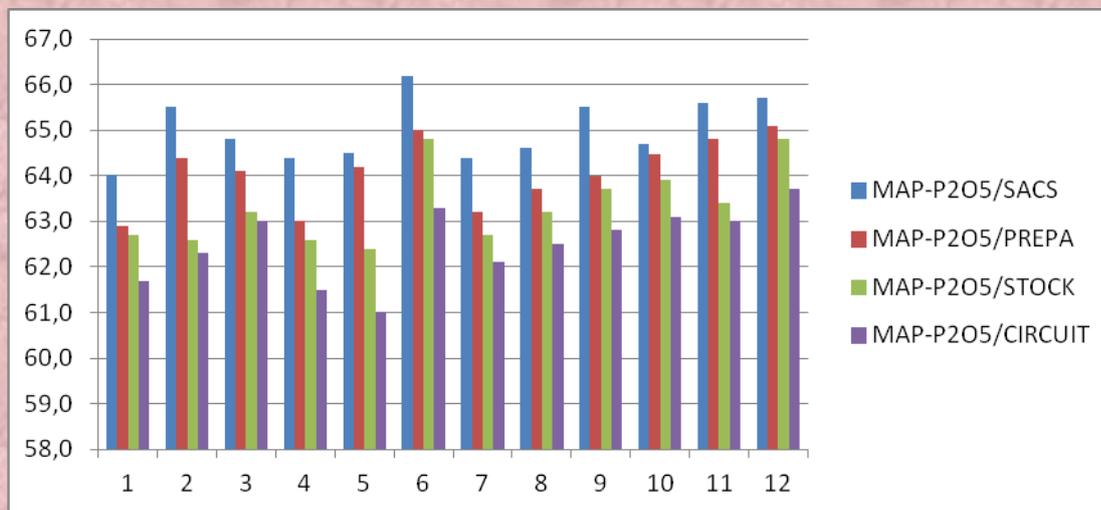
### Interprétation :

- D'après l'histogramme on constate que la teneur de l'azote dans la solution de mono ammonium de phosphate (MAP) diminue au cour du temps qui est bien observé entre les différents étapes de traitement des sels nutritifs ; cela peut être due a une agitation au niveau du bac ou bien une décantation des sels au fond du bac.

## II. Dosage de $P_2O_5$



### Mono ammonium phosphate



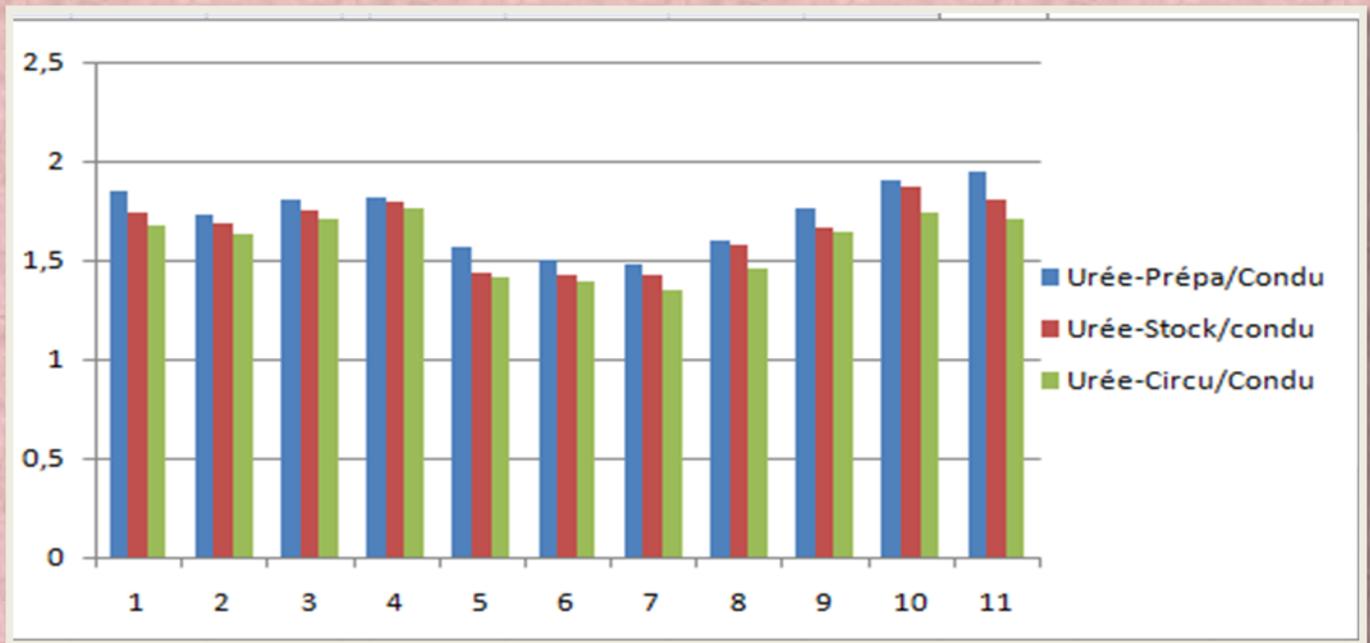
**Graphe n°4 :** représentation graphique de la teneur en  $P_2O_5$  dans le MAP

### Interprétation :

- On remarqué une certaine diminution en teneur de  $P_2O_5$  au cour du temps qui est bien observé entre les différents étapes de traitement des sels nutritifs ; due a l'agitation au bac ainsi que la décantation des sels au fond du bac.

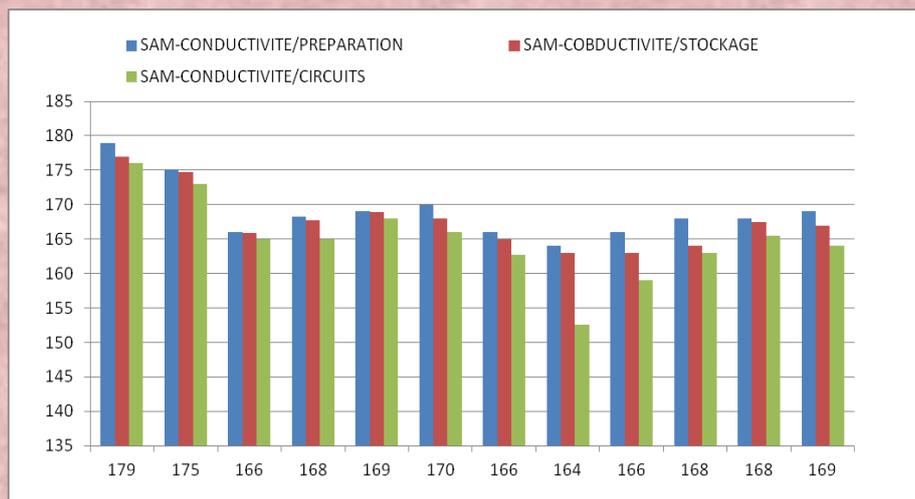
### III. Test de la conductivité

#### + L'urée

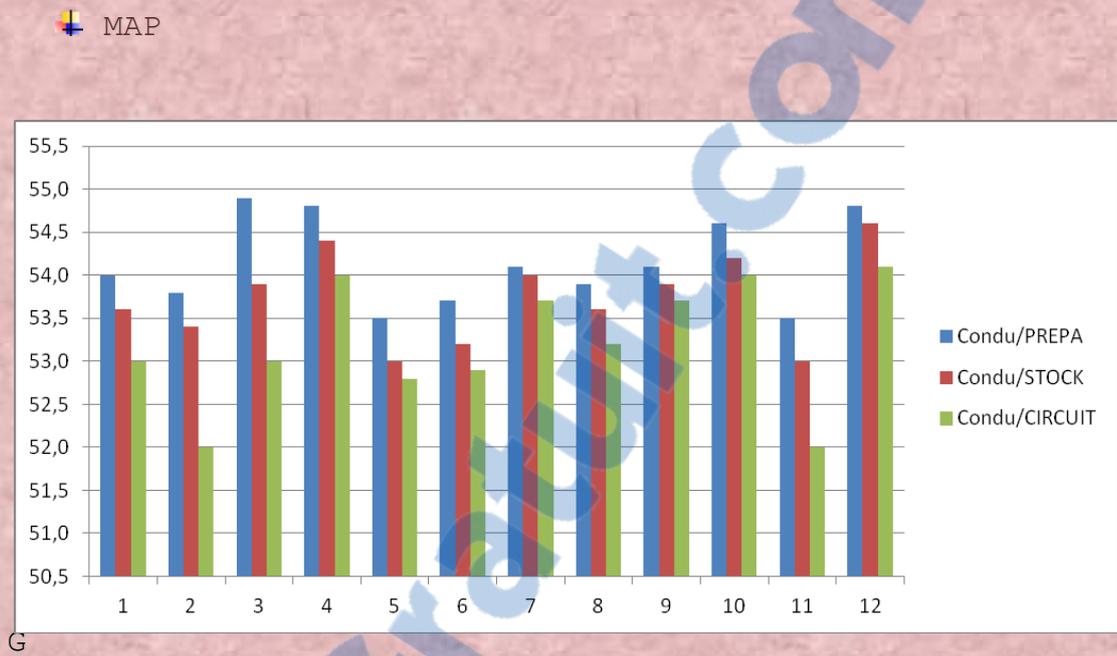


Grappe n°5 : représentation graphique de la conductivité de l'urée

#### Sulfate d'ammonium



+ Grappe n° 6 : représentation graphique de la conductivité de SA



G  
Graphe n° 7 : représentation graphique de la conductivité de MAP

### Interprétation :

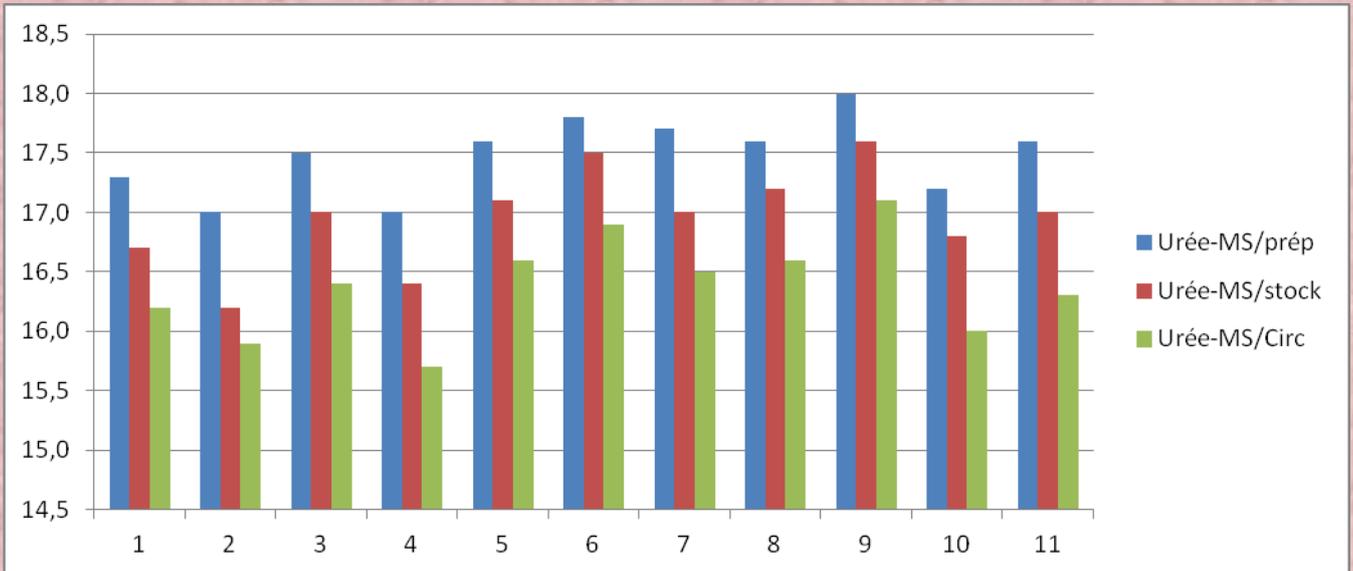
-Selon les histogrammes on observe que la conductivité des sels dans les solutions préparées est élevée que celle des solutions stockées et désinfectées, cette variation est due à la diminution de la concentration des sels.

À partir de ces trois sels on constate que la conductivité du sulfate d'ammonium est plus élevée que celle du MAP et l'urée ; Ceci est expliqué par la différence du nombre des charges et le nombre des ions ainsi que la taille des ions entre SA et MAP.

Pour l'urée sa faible conductivité est due à la présence des liaisons covalentes qui ne se décomposent pas en ions. Donc sa conductivité est équivalente à celle de l'eau.

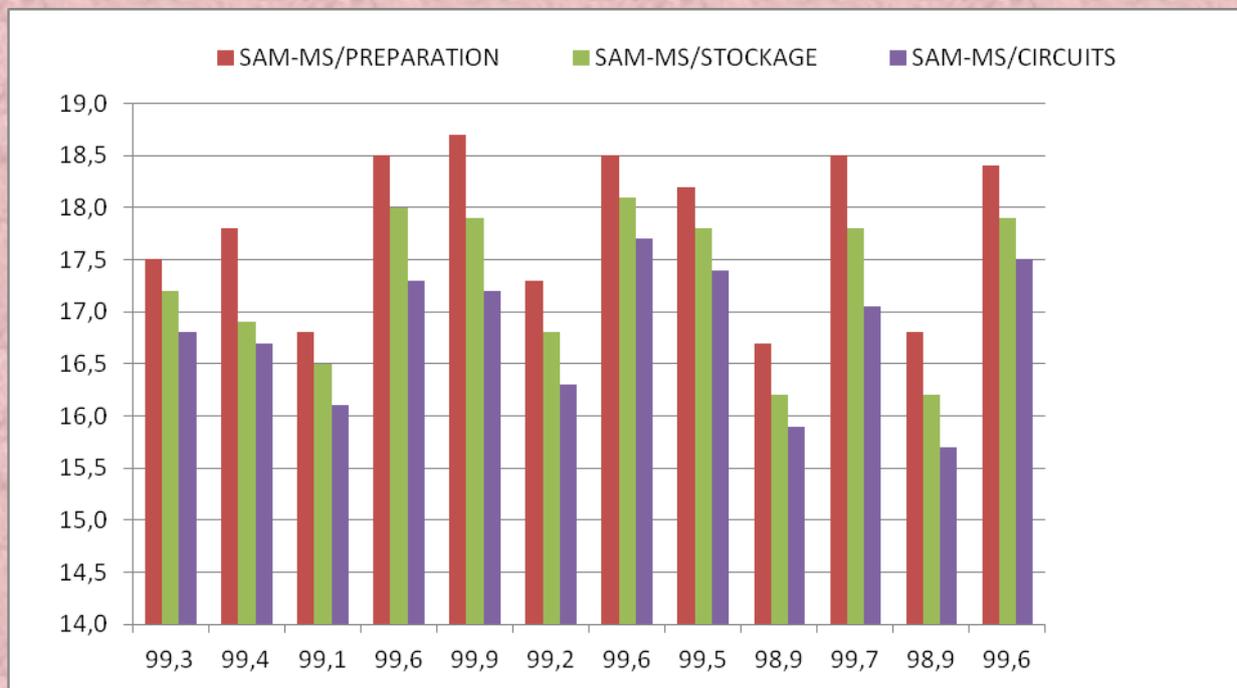
#### IV. Test de la matière sèche

##### L'urée



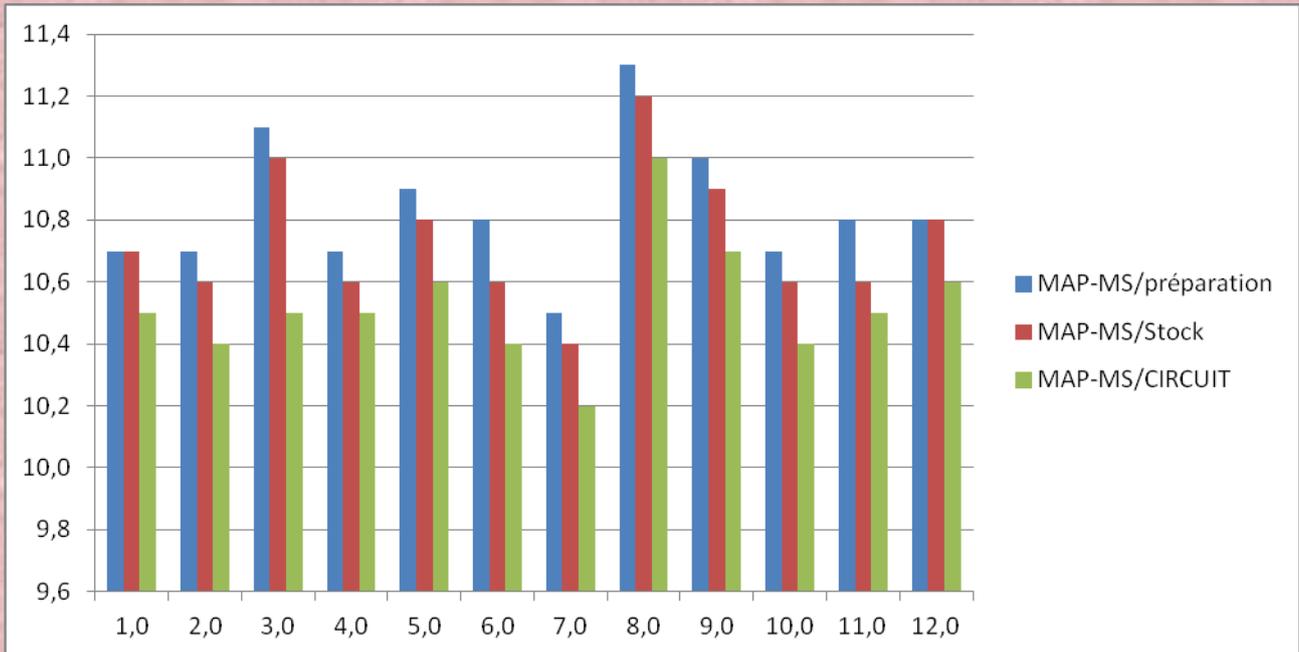
Graphe n° 8 : représentation graphique de la MS de l'Urée

##### Sulfate d'ammonium



Graphe n°9 : représentation graphique de la MS de SA

## Mono ammonium de phosphate



Graphe n° 10 : représentation graphique de la MS de MAP

### Interprétation :

Selon les histogrammes ci-dessus on observe que le pourcentage de la matière sèche des sels dans les solutions préparées est élevée que celle des solutions stockées et désinfectées ;

On déduit que la teneur en matière sèche fait partie des causes qui provoquent des pertes au niveau de la teneur l'azote et en phosphate.

# Conclusion Générale

Au Terme de ce stage, effectué au service laboratoire **LESSAFRE Maroc**, je me suis intéressée à l'étude des sels nutritifs ; source d'azote et de phosphate nécessaire pour le développement et la croissance de la levure.

D'après les analyses physico-chimique que j'ai effectué durant les différentes étapes du traitement des sels nutritifs ; on constate que :

## Aux niveaux des sels bruts :

- Tous les paramètres physico-chimiques étudiés répondent aux normes, ce qui prouve le suivi rigoureux de la part des responsables de la qualité.

## Aux niveaux des sels dilués :

On trouve une variation des pertes (en teneur d'azote et en phosphore) entre le bac de préparation, le bac de stockage et celui de circuit due au quatre points essentiel :

- L'agitation au niveau des bacs de préparation
- La décantation de la petite quantité de sels au fond du bac de préparation
- La teneur en matière sèche
- La préparation des sels se fait manuellement

En général, les pertes de 1% à 2% restent tolérables en fermentation de la levure, parce qu'on trouve que la mélasse contient aussi 0,8% de  $P_2O_5$  et 3,1% de  $N_2$  qui vont compenser en partie les pertes des sels nutritifs dilués.

Ce stage de fin d'étude était pour moi occasion exceptionnelle de développer mes propres connaissances acquises lors de mon cursus universitaire à la faculté des sciences et techniques, c'est une véritable expérience professionnelle qui m'a permis de :

- Bien maîtriser la méthode de recherches physico-chimique
- De développer la communication interpersonnelle et le travail en groupe.