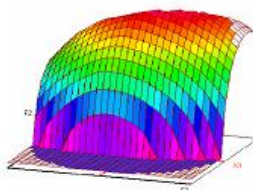




Année Universitaire : 2014-2015



**Master Sciences et Techniques CAC Agiq**  
**Chimométrie et Analyse Chimique : Application à la gestion industrielle  
de la qualité**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
**Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques**

**Etude par ACP de l'eau potable avant et après  
chloration et son impact sur les produits finis**

**Présenté par:**

**Mme FEGOUSSE Ahlam**

**Encadré par:**

- Mr. BENNANI Ali Entreprise (LESAFFRE Maroc)
- Pr. LAMCHARFI EL hadi (FST Fès)

**Soutenu Le 22 Juin 2015 devant le jury composé de:**

- Pr. LAMCHARFI El Hadi
- Pr. ELASRI Mohammed
- Pr. BOUCHAIB Ihssane

**Stage effectué à : LESAFFRE Maroc**

# *Dédicace*

Je dédie ce travail :

Aux plus chers à mon cœur, mes parents, espérant que ce travail symbolise le fruit de vos longues années de sacrifices consentis pour mon éducation et mes études. Aucun mot, ne saurait exprimer le respect, amour et affection, que je nourris à votre égard. Que Dieu vous donne santé et longue vie, afin que je puisse vous combler à mon tour.

A mes très chères sœurs et mon frère. Les mots ne sauraient exprimer l'estime que j'ai pour vous et la fierté que je ressens d'être votre sœur.

A mon cher mari

A la famille FEGOUSSE, AMAMOU et THAIFA

A tous ceux que j'ai omis de citer...

# Remerciements

En préambule à ce mémoire, nous tenons à remercier DIEU, le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Mes vifs remerciements à Monsieur le professeur **El Hadi LAMCHARFI** qui, en tant que directeur de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. Qu'il trouve dans ce travail un hommage à sa haute personnalité.

Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury le professeur **Mr. Mohammed ELASRI**, Ainsi, le professeur **Mr. BOUCHAIB Ihssane** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner ce travail et de l'enrichir par leurs propositions. Nos remerciements aussi pour le professeur **Mr. EL HADRAMI El Mestafa** pour l'occasion qu'il m'a octroyé d'intégrer son master Sciences et Techniques, filière Chimiométrie et analyse chimique à la FST de Fès et **Mr. BENANI Ali** Responsable du Laboratoire de LESAFFRE Maroc, pour son accueil chaleureux.

Enfin, et à l'issue de ces cinq ans, nous remercions aussi mes professeurs pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer une formation actualisée.

## **Liste des abréviations**

<b><i>Abréviation</i></b>	<b><i>Explication</i></b>
<b><i>ACP</i></b>	<b><i>Analyse de composante principale</i></b>
<b><i>AD</i></b>	<b><i>Eau Adoucie</i></b>
<b><i>BAC</i></b>	<b><i>BAC alimentateur</i></b>
<b><i>BAD</i></b>	<b><i>Bac d'eau adoucie</i></b>
<b><i>BT</i></b>	<b><i>Bactéries totaux</i></b>
<b><i>CD</i></b>	<b><i>Conductivité</i></b>
<b><i>CT</i></b>	<b><i>Coliforme totaux</i></b>
<b><i>EO</i></b>	<b><i>Entré d'osmosuer</i></b>
<b><i>Ep</i></b>	<b><i>Eau potable</i></b>
<b><i>ET</i></b>	<b><i>Eau traitée</i></b>
<b><i>PC4</i></b>	<b><i>Pied de cuve du fermenteur 4</i></b>
<b><i>RAT</i></b>	<b><i>Tours de refroidissement</i></b>
<b><i>RO</i></b>	<b><i>Rejet d'osmoseur</i></b>
<b><i>SO</i></b>	<b><i>Sortie d'osmoseur</i></b>
<b><i>TAC</i></b>	<b><i>Titre Alcalimétrique Complet</i></b>
<b><i>THT</i></b>	<b><i>Titre Hydrotimétrique Total</i></b>

## ***Liste des figures***

Figure 1 : Schéma d'une cellule de levure de boulangerie.....	6
Figure 2 : Le phénomène d'osmose et d'osmose inverse.....	18
Figure 3 : Le fonctionnement d'un adoucisseur.....	18
Figure 4 : Le procédé de distillation.....	19
Figure 5 : Le circuit général de l'eau à LESAFFRE MAROC.....	20
Figure 6 : Le circuit de l'eau dans la salle de l'osmoseur.....	21
Figure 7 : le fonctionnement d'un adoucisseur.....	23
Figure 8 : Le circuit de l'eau entre les échangeurs et les RAT.....	24
Figure9 : Echangeurs à plaques.....	25
Figure10 : Circuit d'eau des fermenteurs.....	26
Figure11 : Pourcentages de variabilités expliquées.....	32
Figure12 : Représentation graphique des individus.....	32
Figure13 : Représentation graphique des variables.....	33
Figure14 : Représentation graphique des points aberrants.....	33
Figure15 : Pourcentages de variabilités expliquées.....	35
Figure16 : Représentation graphique individus.....	36
Figure17 : Représentation graphique des variables.....	36

## ***Liste des tableaux***

Tableau 1 : Les principaux cations et anions dans l'eau.....	14
Tableau 2: Analyses de l'eau potable avant et après traitement.....	30
Tableau 3: Analyses de l'eau des pieds de cuves avant et après traitement.....	34
Tableau 4: Analyses des produits finis avant et après traitement.....	37

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	8
<b>CHAPITRE I : Présentation générale de LESAFFRE et ses activités</b> .....	9
I. La société LESAFFRE Maroc.....	10
II. Description et activités du laboratoire d'analyses LESAFFRE Maroc.....	11
1. Laboratoire de microbiologie : .....	11
2. Laboratoire physico-chimique : .....	11
III. Généralités sur la Levure .....	12
1. Définition:.....	12
2. Structure de la levure : .....	12
3. Processus de fabrication : .....	13
4. Développement de la levure : .....	16
5. Différent forme de levure : .....	17
<b>CHAPITRE II :Les technologies de traitement d'eau</b> .....	19
I. Généralités sur l'eau.....	20
1. Les différents types d'eaux.....	20
2. Les principaux ions dans l'eau .....	21
3. Les caractéristiques de l'eau.....	21
II. L'eau à LESAFFRE Maroc .....	24
1. Les procédés de traitement d'eau .....	24
2. le circuit de l'eau à LESAFRE Maroc.....	27
<b>CHAPITRE III :Exploitation des résultats</b> .....	34
I. Analyse des données (Réalisation d'une ACP).....	36
1. L'eau potable avant et après traitement .....	37
2. Pour les pieds de cuves avant et après traitement.....	41
II. Impact de la chloration sur lesproduits finis.....	44
<b>Conclusion générale</b> .....	46

## **INTRODUCTION**

L'industrie de la levure est la plus ancienne dans le domaine des biotechnologies. C'est néanmoins une industrie de pointe qui a bénéficié de tous les progrès scientifiques. Ses produits résultent d'un travail de recherche et de développement permanent.

L'usage de l'eau est extrêmement varié dans cette industrie, tels que le refroidissement par des échangeurs thermiques, la production de la vapeur par les chaudières..., ce qui entraîne des contraintes pour son utilisation pour la production des produits et leur qualités.

Cependant, en 2014, les analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau potable ont montré que les produits finis et les crèmes étaient contaminés, et que l'eau peut être à l'origine de cette contamination.

Le responsable du laboratoire a constaté que le taux du chlore actif est inférieur à 0,2ppm (bien que l'eau à l'arrivée soit dans les normes marocaines). L'hypothèse de cette diminution est très probablement due à la présence de la matière organique et de la matière en suspension.

La division technique a décidé d'installer une nouvelle station de chloration, en avril 2015, afin de stabiliser les taux du chlore ainsi que d'améliorer la qualité des conditions de multiplications cellulaire au sein des cuves de fermentation.

L'objectif de ce travail est de faire un suivi des analyses physico-chimiques et microbiologiques et faire une étude ACP de l'eau, avant le traitement par chloration, et après l'installation de la station pour s'assurer de l'efficacité de cette dernière.



## **CHAPITRE I**

# **Présentation générale de LESAFFRE et ses activités**

- **La société LESAFFRE Maroc**
- **Description et activités du laboratoire d'analyses LESAFFRE Maroc**
- **Généralités sur la Levure**

## **I. La société LESSAFRE Maroc**

Créée en 1975, la société est depuis 1993 majoritairement détenue par le groupe français LESSAFRE. Elle est ainsi devenue la première entreprise privatisée du Maroc.

Basée à Fès, elle emploie 170 personnes avec une superficie de 2 hectares qui bénéficie d'une politique salariale attractive et des possibilités de formation continue d'un grand groupe, qui a su conserver les valeurs humaines d'une entreprise familiale.

LESSAFRE fabrique et commercialise au Maroc la levure et les améliorants de panification des marques suivantes :

- ❖ **JAUDA** pour la levure fraîche.
- ❖ **RAFIAA** et **NEVADA** pour la levure sèche, ainsi qu'un type spécial destiné pour satisfaire les besoins des forces armées royales (FAR) en levure.
- ❖ **IBIS bleu** et **MAGIMIX** pour les améliorants; produits qui apportent au consommateur le pain qu'il apprécie que ce soit en terme de volume, de texture et couleur, d'aspect et couleur de croûte, de conservation et bien sûr le goût .

Sa large gamme de produits en fait aujourd'hui le leader sur le marché des professionnels.

Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe LESSAFRE, LESSAFRE Maroc possède un laboratoire d'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques. La qualité des levures est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : force fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte climatique.

Par ailleurs, le service qualité de LESSAFRE assure un suivi des produits en faisant réaliser 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 à un cahier de charge très strict.

## **II. Description et activités du laboratoire d'analyses LESSAFRE Maroc**

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

### **1. Laboratoire de microbiologie :**

La validité des contrôles microbiologiques, nécessite notamment l'obtention de résultats d'analyse fiables. La fiabilité des résultats implique l'utilisation de méthodes validées, mises en œuvre par un laboratoire compétent.

C'est pour cela que l'usine de LESSAFRE exige un système d'épuration d'air, un personnel hautement qualifié et expérimenté, un climat professionnel encourageant, et la vaillance d'un chef de laboratoire dont le plus grand souci est la qualité des analyses et la sensibilisation permanente des techniciens aux principes et règlements relatifs à l'hygiène.

### **Laboratoire est divisé en quatre sales**

- Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
- Salle des préparations où la préparation des milieux de culture et la stérilisation.
- Salle de stockage des matières premières.
- Salle d'analyses bactériologiques.

### **2. Laboratoire physico-chimique :**

Alimenté de différents sources d'eaux (eau adoucie, eau distillée, eau potable) 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 la surveillance instantanée et le climat favorable.

### **Dans ce laboratoire on trouve:**

- 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.

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

### **III. Généralités sur la Levure**

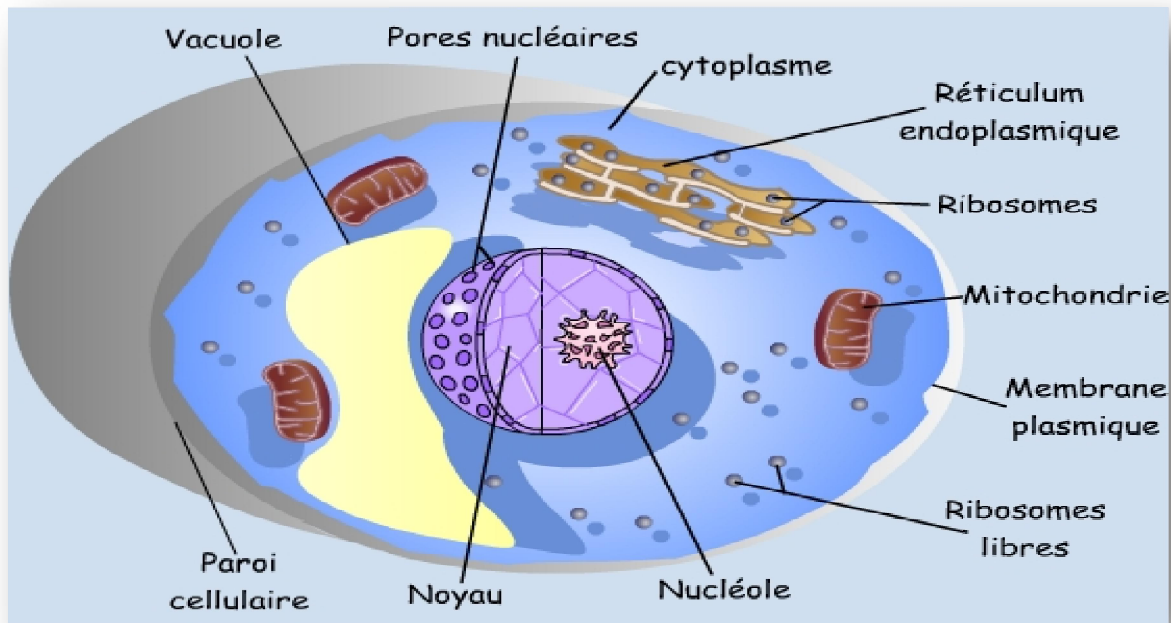
#### **1. Définition:**

La levure est un champignon microscopique unicellulaire et eucaryote. En effet, sa taille ne dépasse pas les 6 à 8 millièmes de millimètres (micron), à peine plus grand qu'une tête d'épingle ! A noter qu'un cube de 1 cm de côté pèse environ 1g et renferme, à lui seul 10 milliards de cellules vivantes de levure. Si l'on mettait bout à bout toutes les cellules contenues dans un bloc de 1 kilogramme de levure, on obtiendrait une chaîne de 40 000 kilomètres, soit la circonférence de la Terre.

Il existe plusieurs espèces de levure. La plus connue s'appelle *Saccharomyces cerevisiae* appelé aussi « levures de bière » et « levure de boulangerie ». Etymologiquement « saccharo » vient de sucre, « Myces » de champignon (moisissure) et « cerevisiae » signifie « brasserie » en latin.

#### **2. Structure de la levure :**

Il existe plus de 500 espèces de levures, mais seulement une petite partie de celles-ci est considérée comme ayant une importance commerciale, parmi elles, celle utilisée dans la fabrication de la levure boulangère *Saccharomyces cerevisiae*. Sa structure est la suivante:



**Figure 1 : Schéma d'une cellule de levure de boulangerie**

### 3. Processus de fabrication :

Leader mondial de la production de levure et de ses dérivés depuis plus de 150 ans, LESSAFRE utilise une procédure automatisée et contrôlée pour faire la production de ses levures. On a plusieurs étapes :

#### Étape 1 : l'ensemencement

##### a. Echelle laboratoire

A partir d'une souche soigneusement sélectionnée on obtient une cellule de "Saccharomyces cerevisiae qui est inoculée dans un ballon de culture appelé Van Lear à une température inférieure à 5°C contenant un milieu nutritif pour favoriser la première multiplication et donc l'obtention de plusieurs cellules, après 24h les levures obtenues sont inoculées dans une autre verrerie nommée Carlsberg à une température de 28°C et on laisse 24h avec une agitation pour l'aération de la levure.

On obtient donc une quantité de levure suffisante, pour passer à l'échelle semi industriel qui se déroule dans une cuve de 800 litres, en ajoutant cette fois la mélasse et d'autres ingrédients tels que l'Urée, qui contient de l'azote et le phosphate que la levure nécessite ainsi qu'une quantité d'air (O<sub>2</sub>).

## ***b. Echelle industriel***

### ***❖ Pré-fermentation***

Cette opération se poursuit dans un pré-fermenteur bien nettoyé par la soude à une température de 90 °C et rincé à l'eau. Avant le refoulement du volume de 800L, le milieu contient les éléments suivants : la cuve est remplie par le volume d'eau nécessaire, on ajoute le sulfate de magnésium, les vitamines, l'eau de javel pour la stérilisation et l'acide sulfurique pour ajuster le pH.

La mélasse, sulfate d'ammonium et le mono ammonium phosphate sont ajoutés graduellement au cours de la pré-fermentation selon les besoins de la levure. L'air aussi est apporté graduellement en fonction du temps suivant la concentration de la levure dans le milieu.

### ***❖ Fermentation de la levure mère***

Après la pré-fermentation on passe à la fermentation de la levure mère qui se fait dans des grandes cuves. Dans cette étape l'alimentation en mélasse et les autres ingrédients sont continue après un temps de 17h, on aura une grande population de levure sous forme liquide qu'on appelle le moût.

### ***Etape 2 : l'extraction de la levure mère :***

Cette étape est réalisée à l'aide d'une centrifugeuse. La centrifugation est un procédé de séparation des composés d'un mélange en fonction de leur différence de densité. Donc la levure est séparée des résidus de mélasse non fermentés (matières organiques et minérales) accumulés dans le fermenteur. Cette opération peut être répétée plusieurs fois, avec un lavage d'eau. La levure obtenue est la levure-mère.

### ***Etape 3: la fermentation commerciale :***

La fermentation peut se définir comme étant la transformation biochimique de substances organiques (le plus souvent des sucres) sous l'effet de micro-organismes (levures ou ferments) avec le concours d'enzymes.

La fermentation panair est une fermentation aérobie de type alcoolique. Elle correspond à la transformation des sucres de la farine en alcool et CO<sub>2</sub> sous l'action des cellules de levure.

En ce qui concerne la fermentation commerciale de la levure, chaque cuve (jusqu'à 4 cuves) estensemencée par de la levure-mère, avec des apports précis de mélasse, de sels nutritifs, d'air et d'eau, et des contrôles stricts de température et de pH pour assurer le bon développement et le bon équilibre de la cellule. La fermentation commerciale dure environ 16 heures.

#### *Etape 4 : la séparation :*

A la fin de cette fermentation, le mélange est de nouveau centrifugé pour séparer le moût des résidus de mélasse. On obtient alors de la levure-crème.

#### *Etape 5 : le stockage :*

La crème commerciale ainsi obtenue est stockée dans des cuves de garde à une température de 4°C.

#### *Etape 6 : Déshydratation :*

A la sortie des centrifugeuses, on remarque que la levure-crème contient encore plus de 30% d'eau extracellulaire. Cette eau est éliminée sur un tambour rotatif sous vide.

Pour aider physiologiquement cette déshydratation «mécanique», on ajoute du sel pour provoquer ainsi une augmentation de la pression osmotique du liquide extracellulaire et créer une migration de l'eau intracellulaire vers l'extérieur de la cellule, d'où une déshydrations plus complète jusqu'à l'obtention d'une matière sèche d'environ 33/34 %. Des rampes de lavage éliminent ensuite le sel du gâteau de levure.

#### *Etape 7 : le conditionnement :*

Comme on l'a déjà cité, LESSAFRE Maroc commercialise deux types de levure : la levure fraîche et la levure sèche .Chacune de ces types, utilise un processus bien définie. Commençant par la levure fraîche (extrusion) puis on passera à la levure sèche (le séchage).

##### ❖ *Extrusion*

La levure, raclée sur le filtre, tombe dans une trémie pour y être malaxée (incorporation d'air) et finalement envoyée dans un tube d'extrusion pour former un boudin pâteux continu. En sortie, le boudin est découpé en blocs de 500 g qui sont immédiatement emballés dans du papier alimentaire puis rassemblés dans des cartons de 10kg prêt à être expédié.

### ❖ Le séchage

Le séchage de la levure est un processus extrêmement délicat consistant à obtenir un taux d'humidité de maximum 5%. La levure ne meurt pas car elle récupère toutes ses propriétés au contact de l'eau. Ce qui la différencie grandement des autres produits instantanés comme le lait en poudre ou le café soluble.

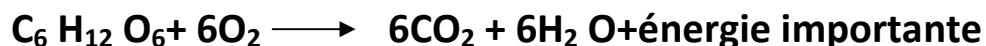
Les procédés actuels de déshydratation appliqués aux suspensions ou aux pâtes de levures sont l'atomisation, la vaporisation sur cylindre, la fluidisation et la lyophilisation. La levure sèche active instantanée est obtenue par séchage en lit fluidisé. Cette technique permet d'obtenir de petites particules de composition homogène.

Chez LESAFFRE MAROC, l'emballage de levure sèche s'effectue de façon très rigoureuse sous atmosphère contrôlée. Elle est conditionnée sous vide afin d'éviter tout contact avec l'oxygène, l'eau et la lumière, gages d'une conservation de deux ans.

### 4. Développement de la levure :

#### En aérobiose (en présence d'air) :

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



Toute l'énergie contenue dans le glucose est libérée. Grâce à cette énergie, la levure assure son maintien en vie. Mais elle peut aussi l'utiliser pour synthétiser de la matière organique, c'est-à-dire se multiplier. Ce processus métabolique est celui de la respiration.



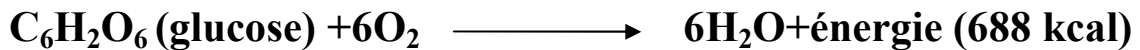
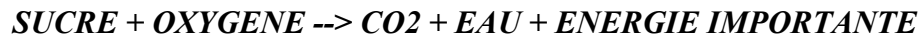


### En anaérobiose (privé d'air) :

La levure ne trouve plus d'oxygène. Le sucre fourni par la farine est transformé en alcool (évapouré à la cuisson) et en gaz carbonique, témoins du processus métabolique de la fermentation, ainsi qu'une quantité faible d'énergie pour que la levure puisse vivre mais pas pour se multiplier.



Dans ces conditions, l'oxydation du glucose est complète:



### 5. Différent forme de levure :

Liquide, émiettée, sèche ou encore pressée, découvrez les différentes formes de levure.

Fraîche, sèche, ou encore liquide, la levure varie selon les pays, les traditions et l'environnement. Déshydratée, la levure peut résister à des conditions climatiques parfois difficiles ; elle est très souvent commercialisée sous cette forme en Afrique, en Asie ou au Moyen-Orient. Fraîche, elle est plus fréquemment utilisée dans les pays disposant d'une logistique du froid bien maîtrisée. Emiettée, liquide ou surgelée, la levure est très bien adaptée à certains procédés industriels. Il existe six forme de levure voici quelque information sur chacune de ses dernières:

#### a. La levure liquide

Jusqu'en 1825, date de l'introduction de la levure pressée, la levure était commercialisée à l'état liquide. Actuellement, le retour à cette forme correspond à une demande de la boulangerie non seulement industrielle mais aussi artisanale.

***b. La levure pressée***

C'est la plus répandue dans les pays industrialisés pour des raisons économiques et pratiques. Comme son nom l'indique, la levure pressée se présente sous forme de blocs compacts. De couleur blanche et très friable en France, elle peut être plus colorée et de consistance « plastique » dans d'autres pays.

***c. La levure émietée***

Elle se présente sous forme de particules relativement fines et d'écoulement facile. La levure émietée est fréquemment utilisée par les industriels pour une remise en suspension dans l'eau qui permet d'automatiser le dosage.

***d. La levure sèche active***

La levure sèche active se présente sous forme de granulés ou de sphérules. Sa rusticité lui confère une bonne stabilité à température ambiante, qualité appréciée dans les régions du globe où les conditions climatiques sont défavorables (température et humidité élevées).

***e. La levure sèche instantanée***

Elle doit son nom au fait qu'il n'est pas nécessaire de la réhydrater préalablement à son incorporation à la farine. La levure sèche instantanée s'utilise aussi facilement que la levure pressée. Les fines particules de levure instantanée sont emballées sous vide ou atmosphère protectrice.

***f. La levure sèche à humidité intermédiaire surgelée***

C'est une levure dont les matières sèches sont plus basses que celles de la levure sèche instantanée. Elle se présente sous forme de poudre et est utilisée dans des applications telles que le cru surgelé. Elle est comparable aux caractéristiques fonctionnelles de levure pressée. Sa conservation exceptionnelle permet d'être stockée longtemps, facilitant ainsi son exportation.

## CHAPITRE II

# Les technologies de traitement d'eau

- *Généralités sur l'eau*
- *L'eau à LESAFFRE Maroc*

## **I. Généralités sur l'eau**

L'eau est une ressource naturelle essentielle à la vie. C'est le milieu de vie de la plupart des êtres vivants. Elle se trouve en général dans son état liquide et possède à température ambiante des propriétés uniques, c'est notamment un solvant efficace [1].

### **1. Les différents types d'eaux**

Suivant sa composition chimique qui induit son origine ou son usage, on précise :

- ❖ **Eau potable :** Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de caractéristiques la rendant potable, cuite ou utilisée à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé. Elle peut être distribuée à partir de bouteilles, du robinet et dans l'industrie, à partir de citernes [2].
- ❖ **Eau minérale :** Les eaux minérales sont des eaux de source mais leur composition en minéraux et oligo-éléments est constante. L'eau minérale naturelle possède des propriétés favorables à la santé, mais certaines eaux contiennent des éléments qui prisent en grande quantité ou quotidiennement peuvent être néfastes [3].
- ❖ **Eau dure :** Une eau dure est une eau qui contient beaucoup de sels dissous, en particulier des sels de calcium et de magnésium en quantité variable selon la nature du sol lessivé par les eaux de pluie [4].
- ❖ **Eau distillée :** est une eau qui a subi une distillation, donc est théoriquement exempte de tous ses sels minéraux et organismes que l'on pourrait retrouver dans l'eau naturelle [5].
- ❖ **Eau purifiée :** est une eau issue d'un traitement physique destiné à supprimer les impuretés [6].
- ❖ **Eau douce :** est généralement caractérisée comme ayant de faibles concentrations en solution des sels et d'autres solides dissous totaux [7].

## 2. Les principaux ions dans l'eau

L'eau contient les anions et les cations

**Tableau 1 : les principaux cations et anions dans l'eau**

<i>les cations</i>		<i>les anions</i>	
<i>calcium</i>	$Ca^{2+}$	<i>carbonate</i>	$CO_3^{2-}$
<i>magnésium</i>	$Mg^{2+}$	<i>bicarbonate</i>	$HCO_3^-$
<i>sodium</i>	$Na^+$	<i>chlorure</i>	$Cl^-$
<i>potassium</i>	$K^+$	<i>sulfate</i>	$SO_4^{2-}$
<i>Fer</i>	$Fe^{2+}, Fe^{3+}$	<i>nitrate</i>	$NO_3^-$
<i>manganèse</i>	$Mn^{2+}$	<i>silice</i>	$SiO_2$
<i>Zinc</i>	$Zn^{2+}$	<i>phosphate</i>	$PO_4^{3-}$
<i>cuivre</i>	$Cu^{2+}$	<i>hydroxyle</i>	$OH^-$

## 3. Les caractéristiques de l'eau

### a. Les paramètres physico-chimiques

#### ❖ Le pH

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline et il est en fonction de l'activité des ions d'hydrogène  $H^+$  présents dans cette eau.

La nature de la mesure effectuée au laboratoire est électrométrie qui exige un pH-mètre utilisant deux électrodes : une électrode hydrogène et une électrode de référence.

La différence du potentiel existant entre les deux électrodes plongées dans la même eau est en fonction linéaire du pH de celle-ci [8].

#### ❖ La conductivité

Mesurer la conductivité électrique de l'eau, c'est-à-dire sa capacité à transporter le courant électrique. Sa mesure permet d'évaluer la quantité totale de solides dissous dans l'eau. Elle correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes

métalliques de 1cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm , l'unité en micro siemens par centimètre ( µs/cm) [8].

❖ *Le titre alcalimétrique complet (TAC)*

Il correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates, bicarbonates et hydroxydes. Il est mesuré selon une méthode qui consiste à la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

❖ *Le titre hydrotimétrique total (THT)*

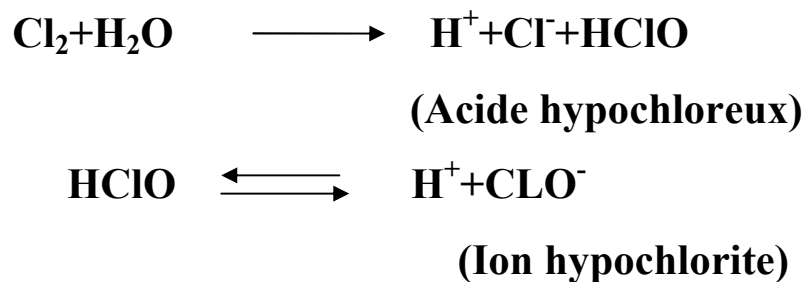
Le titre hydrotimétrique total correspond à la totalité des sels de calcium et de magnésium [8].

❖ *L'ion chlorure  $Cl^-$*

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition du teint rouge caractéristique du chromate d'argent(Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>).

❖ *Le chlore*

Puissant désinfectants, le chlore et ses dérivés est largement utilisé en eau potable, en piscine, en eaux de refroidissement afin d'en contrôler l'activité microbiologique, ainsi que dans bien d'autres systèmes de traitement. Sa réaction d'équilibre de base est :



La concentration en chlore peut être exprimé en chlore libre, chlore actif, chlore total [9].

*Chlore totale :*

C'est la quantité de chlore injectée dans l'eau (avant transformation) C'est le potentiel de désinfection du chlore

$$\text{Chlore Total} = \text{Chlore Libre} + \text{Chlore Actif}$$

### ***Chlore Actif :***

C'est essentiellement l'acide hypochloreux qui est le composé le plus actif dans le mécanisme de la désinfection, c'est pourquoi il est appelé '**chlore actif**'.

Le chlore actif possède l'action biocide la plus efficace et il est majoritaire en milieu acide.

### ***Chlore résiduel libre :***

Après action du chlore sur la matière organique, azotés et autres composés oxydables, il subsiste un résiduel de chlore pour traiter la contamination éventuelle ultérieure de l'eau dans les réseaux, c'est ce qui assurent le pouvoir rémanent du chlore.

### ***b .Les paramètres bactériologiques***

#### ***La Flore Mésophile Aérobie Totale (Bactérie totale) :***

La FMAT est un indicateur d'hygiène important. En effet, elle permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant colonie) présent dans un produit ou sur une surface. Ce dénombrement se fait à 30°C ce qui permet de dénombrer trois grands types de flore :

- ❖ La flore thermophile T° optimale de croissance à 45°C
- ❖ La flore mésophile T° optimale de croissance entre 20°C et 40°C
- ❖ La flore psychrophile T° optimale de croissance à 20°C [10].

#### ***Coliformes totaux :***

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié. La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes [11].

**Manipulation** : A LESAFFRE Maroc, la méthode utilisée est le dénombrement avec une boîte de contact ces boîtes de Pétri sont annotées et doivent contenir sur la tranche :

- La date
- La dilution utilisée
- Le type d'échantillon
- La durée d'incubation

On prend une nouvelle pipette et à partir de la dernière dilution, on prélève 1 ml de dilution qui sera réparti en goutte au fond de la boîte correspondante. L'opération est renouvelée pour la seconde boîte. On remonte jusqu'à la dilution supérieure sans changer de pipette, jusqu'à la première dilution.

Les gouttes sont ensuite recouvertes d'une couche de gélose PCA en surfusion, et le tout est homogénéisé avec des mouvements circulaires. On s'arrange pour que la gélose ne soit pas trop chaude de façon à ne pas tuer les bactéries.

Une fois la gélose refroidie, on la passe une seconde couche de gélose PCA, ce qui a pour effet d'immobiliser les bactéries, et donc de former des colonies bien définies.

Ce mode opératoire peut être appliqué pour le dénombrement de deux types de microorganismes ce que diffère c'est :

- ✓ Le milieu de culture qui est le désoxycholate pour les coliformes totaux et le GNG pour les bactéries totales.
- ✓ Le temps d'incubation qui est de 24H pour les coliformes totaux et 72H pour les bactéries totales.

## **II. L'eau à LESAFFRE Maroc**

### **1. Les procédés de traitement d'eau**

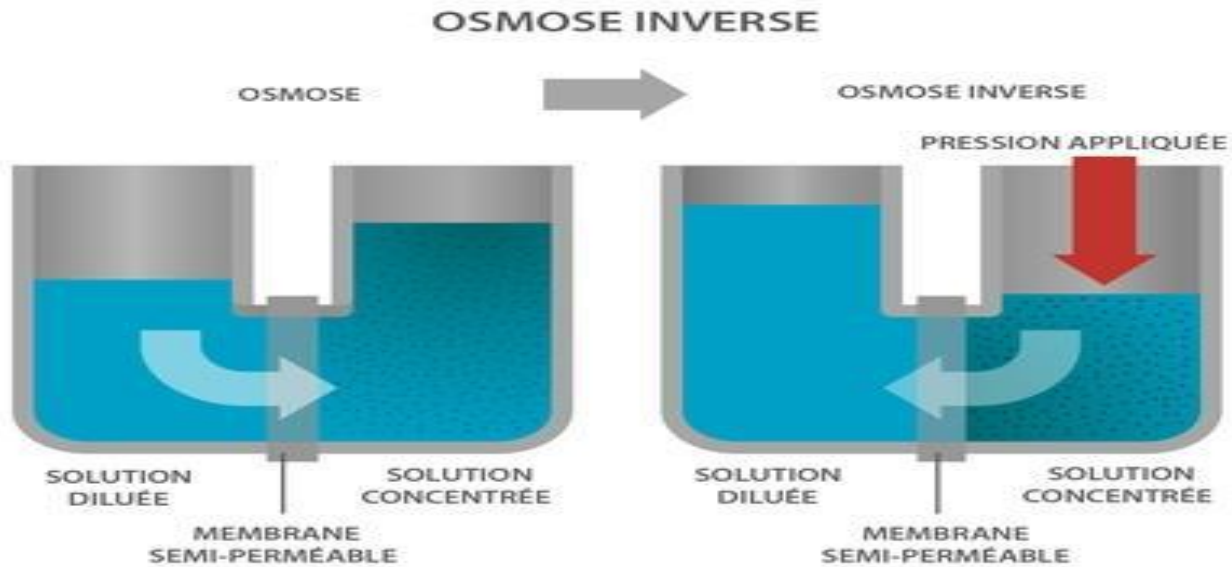
#### **a. Les traitements physico-chimiques**

##### **L'osmose inverse**

L'osmose est le passage de molécules de solvant, en général de l'eau, à travers une membrane semi-perméable, depuis le milieu le moins concentré (hypotonique) en solutés vers celui le plus concentré (hypertonique)[12].



L'osmose inverse est une technologie membranaire de séparation. Toutefois, elle n'est pas un processus de filtration, comme en micro, nano ou ultra filtration, mais un processus de sélectivité par diffusion [13].



**Figure 2 : le phénomène d'osmose et d'osmose inverse**

L'osmoseur est un dispositif permettant de produire de l'eau, considérée comme pure selon le principe de l'osmose inverse. Il débarrasse l'eau de la majeure partie de ses solutés tels que le chlore, les sulfates, les phosphates, etc....

### **L'adoucissement**

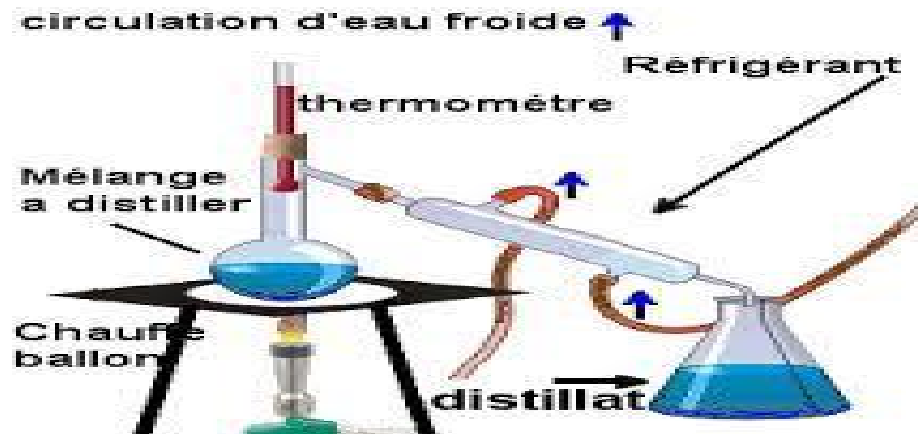
Un adoucisseur d'eau est un appareil qui réduit la dureté de l'eau en réduisant la quantité de calcaire (carbonates principalement de calcium et de magnésium) en suspension dans l'eau. Il faut faire attention à ne pas confondre un adoucisseur et un « antitartre », qui ne supprime pas le calcaire [14].



**Figure 3 : le fonctionnement d'un adoucisseur**

## La distillation

A distillation de l'eau revient à mettre sous forme de vapeur un liquide pour le séparer de ses autres composants. L'eau est donc chauffée de manière à la transformer en vapeur, laissant derrière la quasi- totalité des produits chimiques, minéraux inorganiques et les impuretés. Ceux-ci restent dans la cuve de chauffe. Ensuite, la vapeur est condensée pour ne garder que de l'eau très pure : une eau distillée, dont la conductivité électrique est quasiment nulle [15].



**Figure 4 : le procédé de distillation**

### **b. Traitement microbiologique**

Ce traitement intervient en générale au stade de la désinfection. Elle a pour but de neutraliser tous les virus et bactéries pathogènes. Elle n'est efficace que si l'eau a été préalablement bien traitée, notamment dans le cas des eaux de surface. Bien que les eaux souterraines soient souvent naturellement exemptes de micro-organismes, la désinfection prévient le risque d'une contamination par infiltration dans la ressource et dans le réseau.

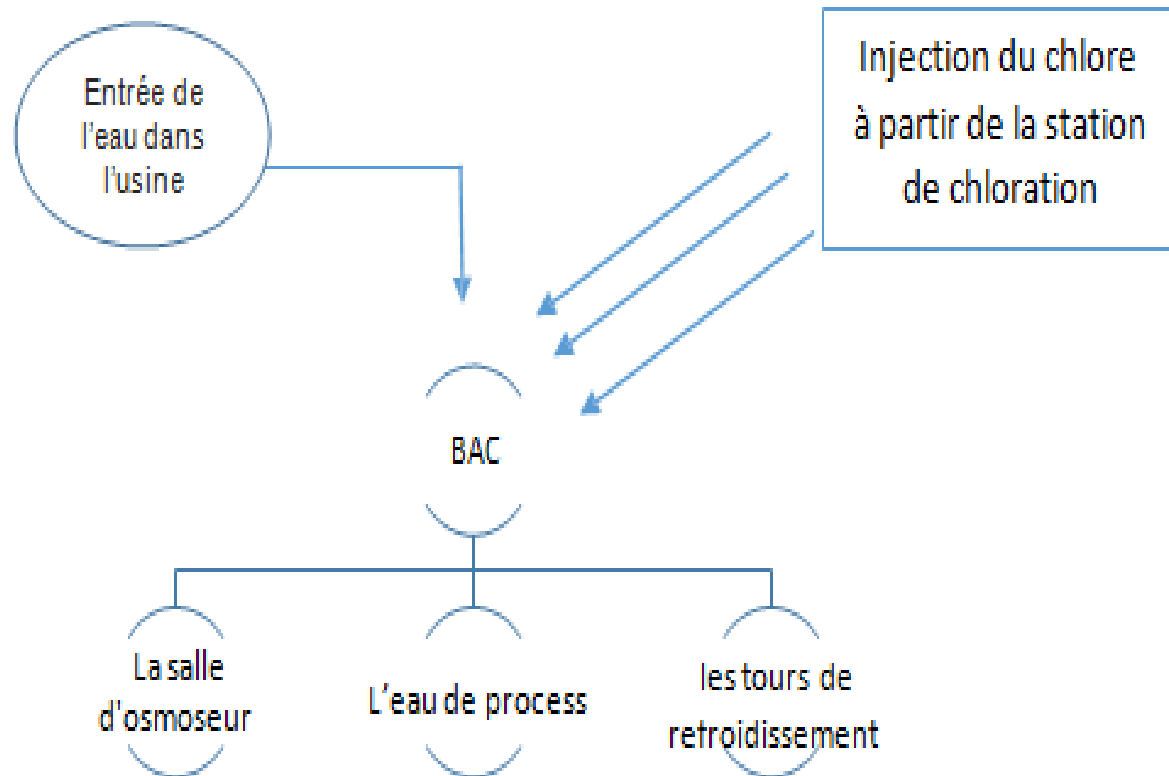
Il existe 3 types de traitements microbiologiques à savoir : la chloration, l'ozonation et les rayons UV.

A LESAFFRE Maroc le traitement le plus utilisé c'est le traitement par chloration.

## La chloration

La chloration est actuellement le procédé de désinfection le plus fréquemment rencontré, à la fois pour le prix de revient du chlore et pour sa simplicité de mise en œuvre. Le chlore gazeux est injecté à des doses précises ; un temps de contact suffisant doit être respecté afin d'assurer une efficacité maximale de l'oxydation.

## 2. Le circuit de l'eau à LESAFRE Maroc



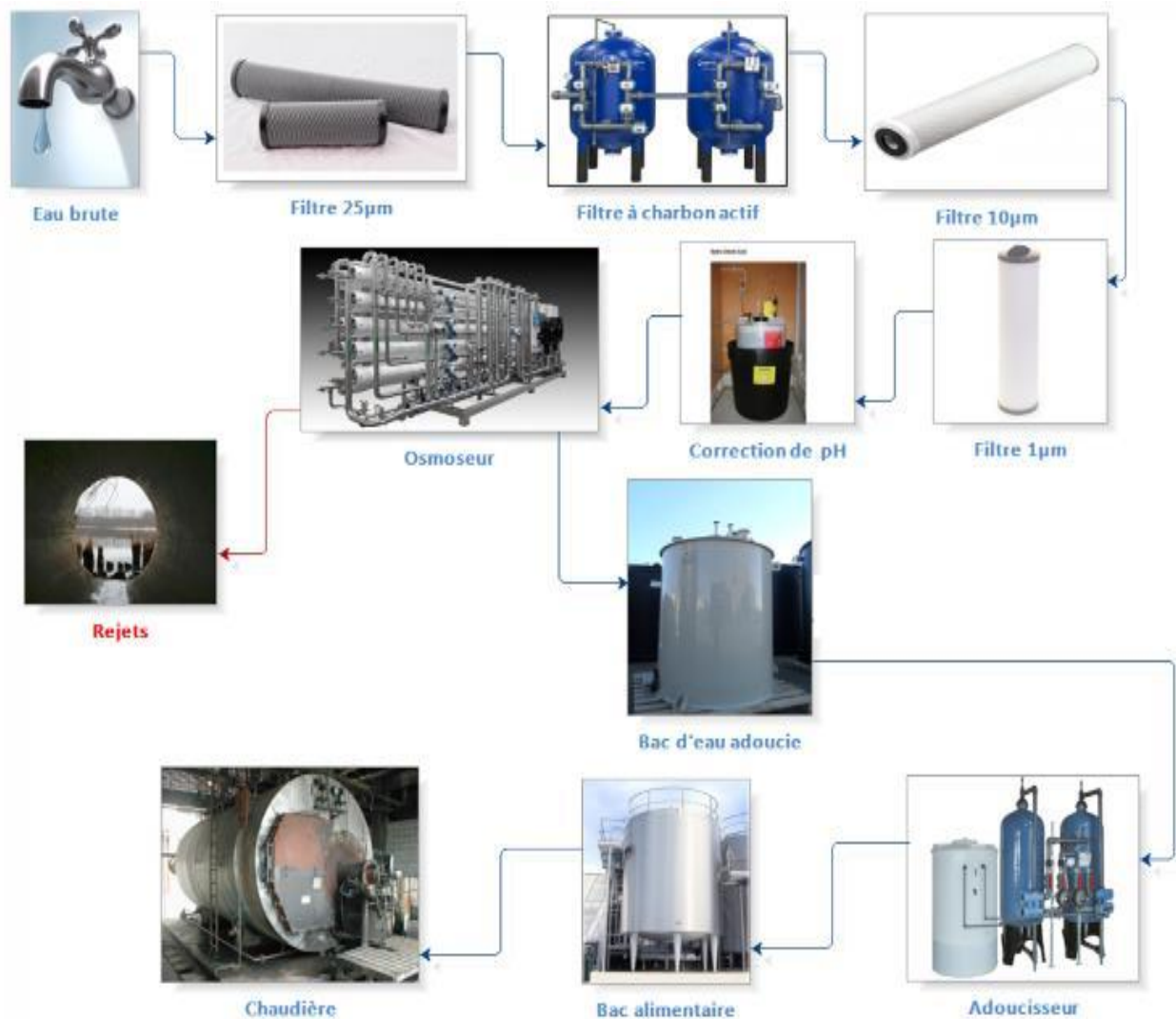
**Figure 5 : le circuit général de l'eau à LESAFFRE MAROC**

Notre étude se focalise sur différents points de passage de l'eau dans l'usine à savoir : L'entrée de l'usine, le BAC, la salle d'osmoseur, l'eau de processus et les tours de refroidissements.

### **a. La station de chloration**

Nouvellement installés en mai 2015, et sujette de notre projet, la station de chloration comporte un dispositif qui injecte du chlore à partir d'un bidon dans le but d'augmenter sa teneur en chlore actif et en chlore libre, mais aussi de les stabiliser.

***b. La salle d'osmoseur***



***Figure 6 : le circuit de l'eau dans la salle de l'osmoseur***

L'eau potable entre dans l'usine, puis passe par un filtre 25µm, puis par un filtre à charbon pour le déchlorer, après par des micro-filtres de 10µm et 1 µm, ensuite par un correcteur de pH, enfin par l'osmoseur pour le purifier. L'eau osmosée est stockée dans un BAD et utilisée pour la production de vapeur d'eau grâce à la chaudière. Mais, pour que cette dernière fonctionne sans aucun risque, l'eau doit passer par l'adoucisseur qui élimine les ions de calcium et de magnésium pour éviter la formation du calcaire et du tartre.

### Les filtres à membranes :

La filtration est un procédé de séparation permettant de séparer les constituants d'un mélange qui possède une phase liquide et une à travers d'un milieu poreux. L'utilisation d'un filtre permet de retenir les particules du mélange hétérogène qui sont plus grosses que les trous du filtre (porosité). Le liquide ayant subi la filtration est nommée filtrat ou perméat, tandis que la fraction retenue par le filtre est nommé résidu, retentât ou gâteau.

A LESAFFRE Maroc, on utilise des filtres à membranes pour purifier l'eau.

**Il existe quatre procédés membranaires :** la microfiltration (MF), l'ultrafiltration (UF), la nano filtration (NF) et l'osmose inverse (OI). Ces procédés se distinguent par la taille et le type des espèces qu'ils peuvent séparer.

#### **A LESAFFRE Maroc on utilise :**

- ❖ Des filtres de 25µm pour éliminer les résidus qui proviennent de l'eau à l'entrée et des canalisations.
- ❖ Des filtres de 10µm et de 1µm pour la microfiltration afin de retenir les particules en suspension et les bactéries
- ❖ Un osmoseur pour purifier l'eau

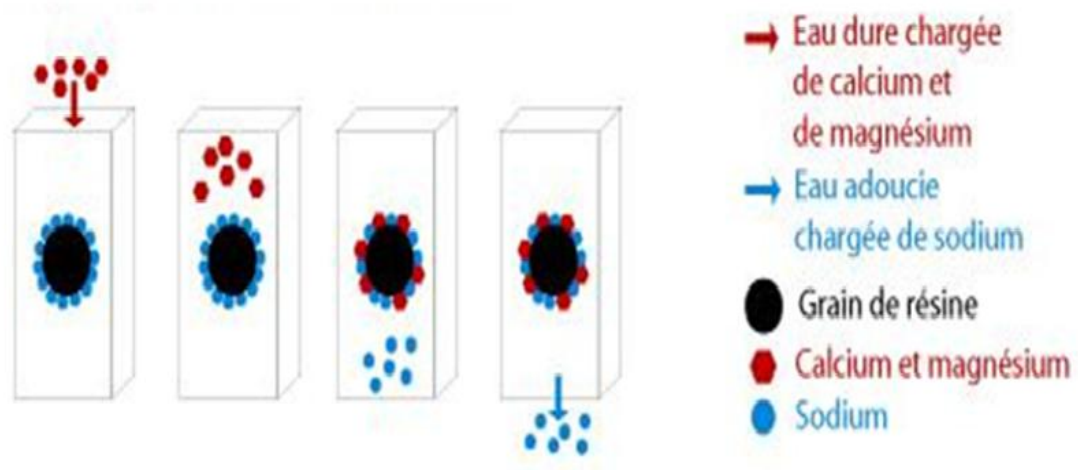
#### **c. L'adoucisseur**

L'adoucisseur d'eau est un dispositif composé d'un bac de résine et d'un bac à sel, qui réduit la dureté de l'eau en réduisant la quantité de calcaire (carbonates principalement de calcium et de magnésium) en suspension dans l'eau, et pour effectuer ce procédé on utilise l'adoucisseur d'eau.

Ce dernier est constitué de 3 parties :

- ❖ Une vanne de régulation
- ❖ Une bouteille de résine
- ❖ Un compartiment pour le stockage du sel régénérant

Grâce aux billes de résine contenues dans la bouteille, l'adoucisseur va retenir les ions  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  de l'eau et les échanger contre des ions sodium  $Na^{+}$ .



**Figure 7 : le fonctionnement d'un adoucisseur**

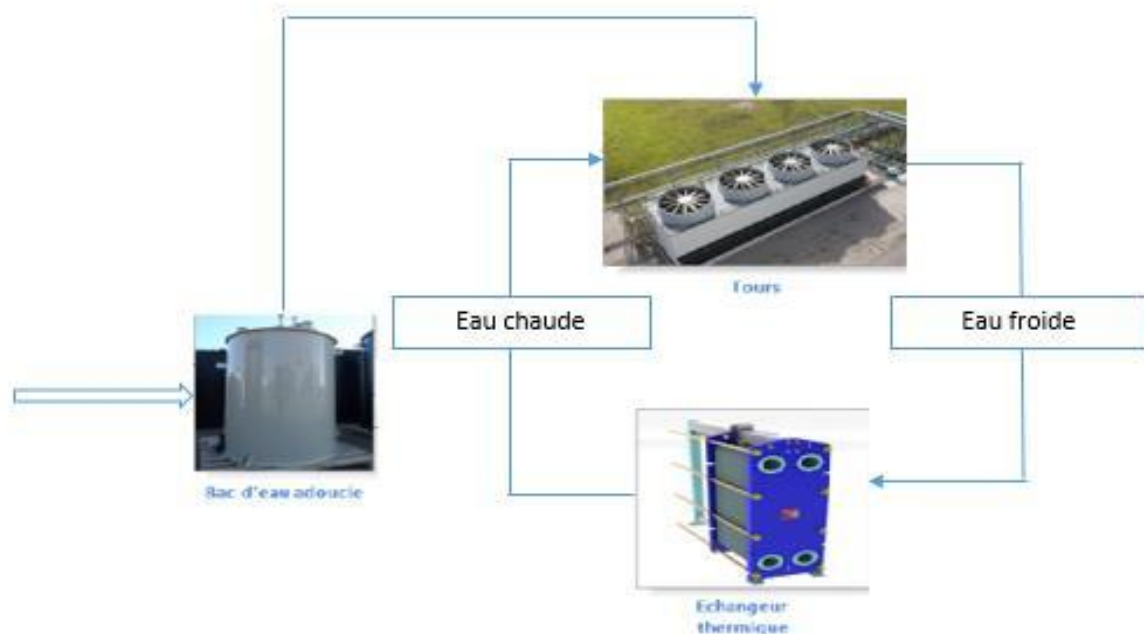
**La chaudière :**

La chaudière est une installation industrielle qui produit de la vapeur à partir de l'énergie thermique. Cette vapeur est utilisée pour le fonctionnement des pompes de chargement, la propulsion, les turbo-alternateurs...

Principe de fonctionnement : Un brûleur pulvérise le combustible (fioul lourd, gazole, gaz...). Ce combustible s'enflamme et chauffe un ballon d'eau situé en bas de la chaudière. Cette eau s'évapore et monte dans le ballon de vapeur. Une partie de cette vapeur est utilisée ; l'autre, condensée, retourne dans le ballon d'eau par gravité ;

Dans les conditions d'usage normal, la pression est autour de 20 bars à 180 °C avec retour à 90 °. Avec une telle pression, l'eau chauffé doit être très pure et ne doit pas générer du calcaire. Pour avoir un maximum d'efficacité, on utilise l'osmoseur puis l'adoucisseur pour avoir une eau pure à 99,99%.

*d. les tours de refroidissement et les échangeurs à plaques*



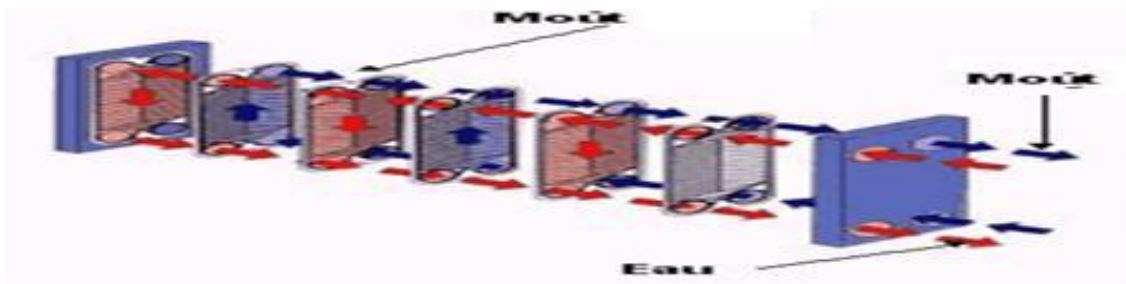
**Figure 8 : le circuit de l'eau entre les échangeurs et les RAT**

Après le passage dans la salle d'osmoseur, l'eau est stockée dans le BAD, puis transférée dans les RAT, ensuite dans les échangeurs à plaques. Ce circuit est fermé, néanmoins, il faut souvent lui ajouter de l'eau vu que les tours de refroidissement sont ouvertes et qu'il y a un échauffement de l'eau donc l'eau se perd par évaporation.

**RAT :**

Les tours de refroidissement ou tours aéroréfrigérantes sont utilisées pour refroidir un fluide (liquide ou gaz) à l'aide d'un moyen de refroidissement. Il s'agit d'un cas particulier où le transfert thermique s'effectue par contact direct ou indirect entre les flux. Le moyen de refroidissement de telles installations est le plus souvent l'air ambiant. Les tours de refroidissement sont des équipements courants, présents dans des installations de climatisation, ou dans des procédés industriels et énergétiques (centrales électriques, installations de combustion, sucreries, chimie...) [16].

### Echangeurs à plaques :



***Figure9 : Echangeurs à plaques***

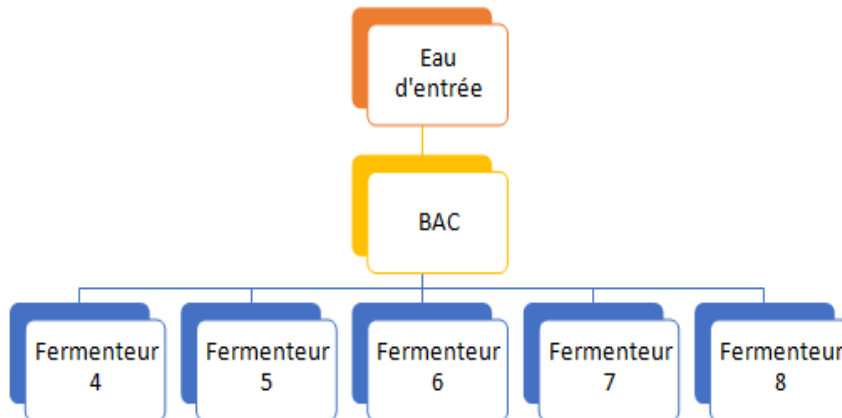
L'échangeur à plaques est un type d'échangeur de chaleur qui connaît un usage croissant dans l'industrie. Il est composé d'un grand nombre de plaques disposées en forme de millefeuilles et séparées les unes des autres d'un petit espace (quelques millimètres) où circulent les fluides. Le périmètre des plaques est bordé d'un joint qui permet par compression de la structure d'éviter les fuites.

Les plaques ne sont pas plates, mais possèdent une surface ondulée selon un schéma bien précis afin de créer un flux turbulent synonyme d'un meilleur transfert de chaleur, mais permet également de canaliser les fluides se déplaçant à la surface vers les coins de la plaque. Le fluide se déplace, par exemple, du coin inférieur gauche vers le coin supérieur droit de la plaque, où un orifice lié à un tuyau lui permet de passer de l'autre côté de la plaque et de sauter une couche du millefeuille (un espace entre 2 plaques) avant de s'écouler à nouveau le long de la plaque suivante. Ainsi chaque fluide ne circule parallèlement à une plaque que tous les 2 espaces.

L'avantage de ce type d'échangeur est sa simplicité qui en fait un échangeur peu coûteux et facilement adaptable par ajout/retrait de plaques afin d'augmenter/réduire la surface d'échange en fonction des besoins (Attention : la surface ne peut être augmentée de manière infinie à cause de la perte de charge). La surface en contact avec l'extérieur est réduite au minimum, ce qui permet de limiter les pertes thermiques et l'étroitesse de l'espace où circulent les fluides ainsi que le profil des plaques assurent un flux turbulent qui permet un excellent transfert de chaleur [17].



***e. Le circuit de l'eau destinée à alimenter les fermenteurs***



***Figure10 : circuit d'eau des fermenteurs***

Comme pour les types de fermentations, la fermentation du mout a besoin de l'eau, ces eaux doivent être non-contaminées et ne contiennent aucune bactéries, ni coliformes : la fermentation offrent à ces derniers les conditions favorables pour se multiplier et comme ça, s'il y a présence de ses derniers, les produits finis sera contaminés (malgré l'existence d'une très faible contamination dans l'eau au début).

***L'eau du BAC est utilisée pour :***

- ❖ Le rinçage des cuves après avoir terminé la fermentation d'avant, le rinçage après la désinfection avec l'eau de javel, le rinçage après le nettoyage avec l'acide.
- ❖ Les pieds de cuves des fermenteurs : pour pouvoir faire une fermentation de la levure, une quantité d'eau doit être ajouté, avant de verser le mout du poste d'avant : cette eau est appelé pied de cuve des fermenteurs.
- ❖ Parfois, au cours de la fermentation, on ajoute directement une partie de l'eau du BAC au fermenteur lorsqu'il en manque.

## **CHAPITRE IV**

# **EXPLOITATION DES RESULTATS**

- **Analyse des données (Réalisation d'une ACP)**
- **Impact de la chloration sur les produits finis**

Durant ce stage, on a prélevé 15 échantillons des différents sources d'eau de l'entreprise pour observer l'impact de chaque équipement sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau et 15 échantillons après avoir installé la station de chloration pour pouvoir comparer ces résultats et ainsi conclure sur l'efficacité de cette dernière.

En premier lieu nous avons commencé par :

### **La salle d'osmoseur**

Les prélèvements sont effectuées à : l'entrée de la salle (ET), l'entrée de la machine osmoseur, sortie de la machine osmoseur, le rejet de l'osmoseur, le BAD et l'adoucisseur.

**NB** : Vous trouverez en annexe le tableau récapitulatif des analyses physico-chimiques et bactériologique avant et après l'installation de la station.

On a remarqué d'après l'étude qu'il n'y a pas de discordance entre les résultats avant et après. Cela est dû principalement à l'action du filtre à charbon qui déchlorure l'eau et ainsi élimine toutes possibilités de désinfections.

### **Les RAT et les échangeurs**

A LESAFFRE Maroc, les principaux tours aéroréfrigérantes sont les  $\alpha$  Laval qui servent à refroidir les moûts provenant des différents fermenteurs à l'aide des échangeurs à plaques. Les analyses des échantillons des tours de refroidissements et les échantillons des différents échangeurs ont donné les résultats et les présenter sous forme de tableau (voir en annexe).

On constate que :

- ❖ Les résultats des analyses avant et après l'installation de la station de chloration sont semblables car les tours sont ouvertes donc il y a un échange avec l'air ambiant non conditionné ce qui peut générer des contaminations.
- ❖ Les analyses physico-chimiques et bactériologiques des tours et des échangeurs sont similaires car l'eau circule dans un circuit fermé.

### *L'eau potable*

A l'entrée de l'usine, une cuve a été installée pour stocker l'eau potable pour obtenir un débit constant. Après l'installation de la station, ils injectent du chlore dans le bac, pour avoir une eau traitée, afin que tous les circuits d'eau puissent bénéficier de cette eau traitée.

Vous trouverez ci-dessous un tableau récapitulatif des différentes analyses effectuées sur l'eau potable avant et après traitement.

### *L'eau des pieds de cuves*

L'eau des pieds des cuves sont parmi les sources les plus importantes à analyser, car cette eau est utilisée comme support pour les fermentations, et donc tout risque de contamination peut être fatal pour les produits finis.

Vous trouverez ci-dessous un tableau récapitulatif des différentes analyses qui ont été accomplies sur les pieds de cuves avant et après traitement.

## ***I. Analyse des données (Réalisation d'une ACP)***

Le but de cet ACP est l'extraction de l'information cachée derrière les corrélations entre nos différentes variables. Son rôle est d'explorer et réduire les dimensions d'une table de donnée, pour comprendre comment telle ou telle variable intervient sur notre procédé.

Cette étude est portée sur l'impact de chloration sur deux circuits d'eau à savoir l'eau potable et l'eau des pieds de cuve du fermenteur 4.

Nous avons choisi d'évaluer la performance de la station de chloration par la détermination du chlore libre qui normalement doit être supérieur à 0.5 ainsi que les BT et CT qui doivent s'annuler. Pour ceci on s'est basé sur une étude ACP centrée réduite (pour unifier les grandeurs) pour déceler les corrélations liées à cette réponse.

## 1. L'eau potable avant et après traitement

**Tableau 2: Analyses de l'eau potable avant et après traitement**

	Analyses physico-chimiques								Analyses bactériologiques	
	<i>THT</i>	<i>TAC</i>	<i>CL-</i>	<i>pH</i>	<i>CD</i>	<i>chlore total</i>	<i>chlore libre</i>	<i>chlore actif</i>	<i>CT</i>	<i>BT</i>
<i>Ech1 Av</i>	35	30	184	7.71	1097	0.5	0.09	0.21	0	10
<i>Ech2 Av</i>	38	32	197	7.84	1111	0.5	0.19	0.11	1	0
<i>Ech3 Av</i>	38	31	197	7.68	1111	0.5	0.18	0.12	1	20
<i>Ech4 Av</i>	35	33	184	7.41	1113	0.5	0.19	0.11	3	100
<i>Ech5 Av</i>	38	32	197	7.77	1096	0.5	0,00	0.3	0	0
<i>Ech6 Av</i>	35	30	208	7.62	1111	0.5	0,00	0.3	0	90
<i>Ech7 Av</i>	39	31	197	7.81	1098	0.5	0.19	0.11	1	0
<i>Ech8 Av</i>	38	34	207	7.61	1099	0.5	0.08	0.22	0	0
<i>Ech9 Av</i>	37	32	199	7.71	1111	0.5	0.02	0.28	0	0
<i>Ech10 Av</i>	38	30	207	7.74	1113	0.5	0,00	0.3	0	40
<i>Ech11 Av</i>	35	30	184	7.69	1118	0.5	0.18	0.12	1	50
<i>Ech12 Av</i>	37,5	25	201	7.63	1109	0.5	0.03	0.27	0	80
<i>Ech13 Av</i>	38	35	201	7.43	1112	0.5	0.11	0.19	0	60
<i>Ech14 Av</i>	36	28	206	7.68	1109	0.5	0.28	0.02	4	0
<i>Ech15 Av</i>	33	30	201	7.62	1112	0.5	0.15	0.15	1	70
<i>Ech1 Ap</i>	34	28	222	7.78	1124	0.8	0.55	0.22	0	0
<i>Ech2 Ap</i>	33	27	231	7.9	1129	0.89	0.2	0.6	0	0
<i>Ech3 Ap</i>	33	30	210	7.79	1129	0.7	0.8	0.21	0	0
<i>Ech4 Ap</i>	35	25	245	7.78	1131	0.84	0.58	0.22	0	0
<i>Ech5 Ap</i>	32	33	221	7.84	1120	0.97	0.58	0.34	0	0
<i>Ech6 Ap</i>	31	28	221	7.99	1130	0.32	0.87	0.4	0	0
<i>Ech7 Ap</i>	34	25	231	8.01	1135	1.01	0.22	0.2	0	0
<i>Ech8 Ap</i>	35	30	236	7.95	1130	1.04	0.87	0.25	0	0
<i>Ech9 Ap</i>	33	27	221	8.02	1134	1.15	0.15	0.99	0	0
<i>Ech10 AP</i>	34	28	211	7.99	1131	1.15	1.03	0.42	0	0
<i>Ech11 AP</i>	33	30	210	7.89	1128	1.03	0.91	0.24	0	0
<i>Ech12 AP</i>	33	28	220	7.93	1125	0.55	0.33	0.7	0	0
<i>Ech13 AP</i>	33	28	230	8.01	1130	0.39	0.24	0.31	0	0
<i>Ech14 AP</i>	33	30	221	7.93	1131	1.15	0.31	0.18	0	0
<i>Ech15 AP</i>	34	28	230	7.89	1134	0.94	0.86	0.29	0	0

### Matrice de corrélation

	THT	TAC	CL-	ph	CD	chlore total	chlore libre	chlore actif	CT	BT	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
THT	1	1.0000	0.4005	-0.5092	-0.5344	-0.7370	-0.4414	-0.5542	-0.4199	0.1971	0.2040
TAC	2	0.4005	1.0000	-0.5591	-0.5354	-0.5591	-0.3148	-0.2308	-0.3337	0.1419	0.1840
CL-	3	-0.5092	-0.5591	1.0000	0.6541	0.7634	0.5648	0.4863	0.3909	-0.4172	-0.4906
ph	4	-0.5344	-0.5354	0.6541	1.0000	0.6684	0.5521	0.5002	0.5044	-0.4240	-0.7320
CD	5	-0.7370	-0.5591	0.7634	0.6684	1.0000	0.6655	0.6451	0.4168	-0.3012	-0.3188
chlore total	6	-0.4414	-0.3148	0.5648	0.5521	0.6655	1.0000	0.5253	0.3498	-0.3078	-0.3960
chlore libre	7	-0.5542	-0.2308	0.4863	0.5002	0.6451	0.5253	1.0000	6.2201e-02	-0.1729	-0.4276
chlore actif	8	-0.4199	-0.3337	0.3909	0.5044	0.4168	0.3498	6.2201e-02	1.0000	-0.4444	-0.2334
CT	9	0.1971	0.1419	-0.4172	-0.4240	-0.3012	-0.3078	-0.1729	-0.4444	1.0000	0.2733
BT	10	0.2040	0.1840	-0.4906	-0.7320	-0.3188	-0.3960	-0.4276	-0.2334	0.2733	1.0000

-Une corrélation positive s'avère entre le chlore libre et le pH, elle apparait que lorsque le chlore libre diminue le pH augmente.

-Une deuxième corrélation existe entre pH et BT mais cette réponse s'annule clairement après chloration.

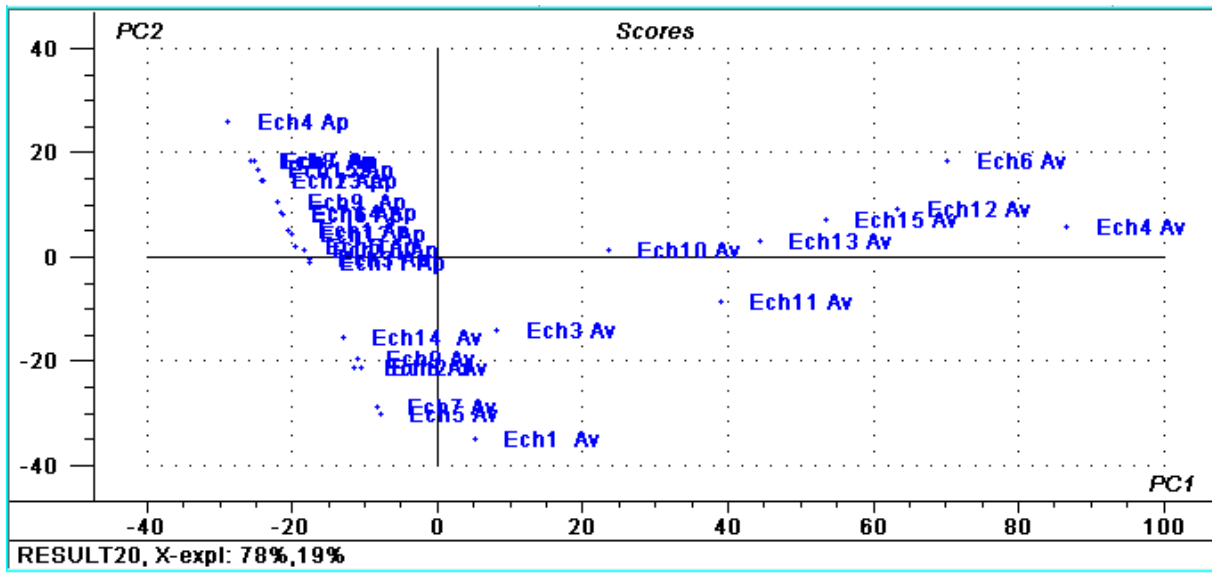
-Après l'installation de la station de chloration le chlore libre à dépasser la valeur 0,5 sur des essais établis après traitements, sauf pour des cas ou le pH a augmenté.

	ExpXCalTot (PCs)	ExpXValTot (PCs)
PC_00	0.000	0.000
PC_01	77.713	72.669
PC_02	96.473	94.432
PC_03	99.492	99.071
PC_04	99.788	99.420
PC_05	99.942	99.750
PC_06	99.992	99.970
PC_07	99.996	99.976
PC_08	99.998	99.980
PC_09	100.000	99.993
PC_10	100.000	m

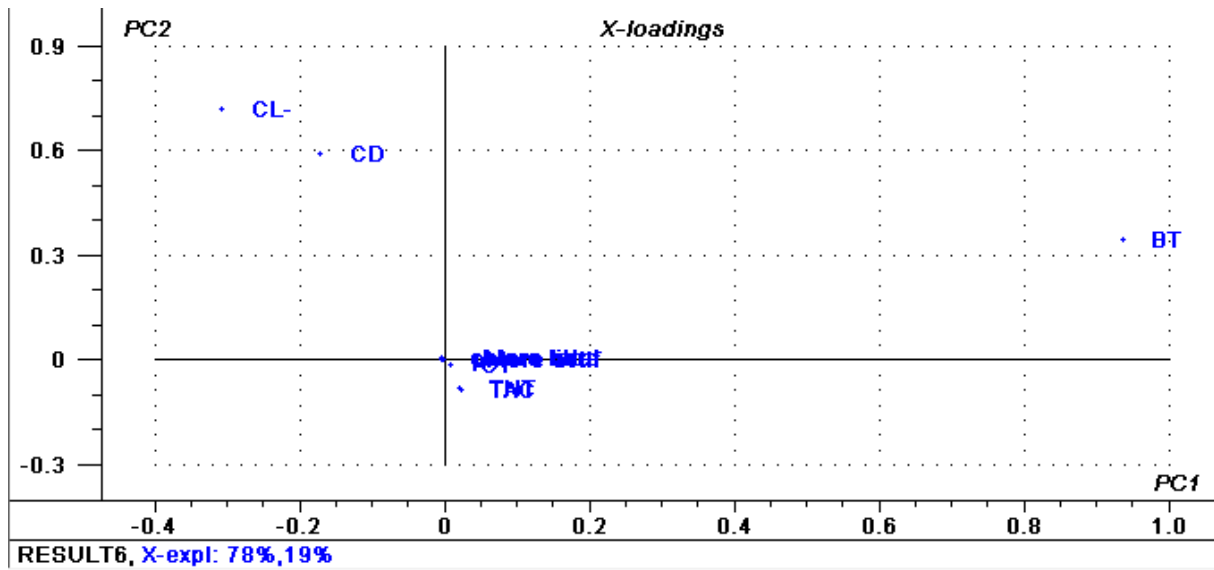
eau, Variable: *c.Total* *v.Total*

***Figure11 : Pourcentages de variabilités expliquées***

-La variabilité expliquée par deux composantes 96,473 % de la variabilité totale et prédit 94,432 % de cette variabilité.



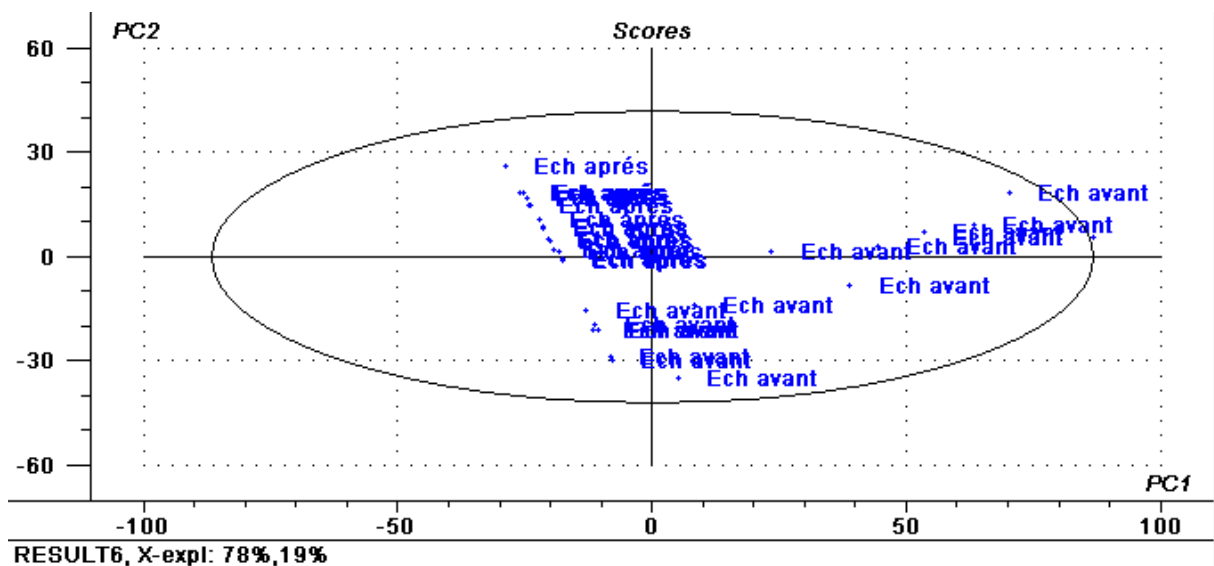
***Figure12 : Représentation graphique des individus***



**Figure13 : Représentation graphique des variables**

-D’après la représentation des variables et des individus, on remarque qu’il ya la présence des bactériaux totaux avant le traitement, et la présence des ions chlorure après le traitement due à la chloration avec une augmentation de la conductivité.

-Une faible contribution des autres paramètres avant le traitement.



**Figure14 : Représentation graphique des points aberrants**



-Cette présentation éclipse nous montre qu'il n'existe pas de point atypique puisqu'aucun échantillon n'est hors l'éclipse.

## 2. Pour les pieds de cuves avant et après traitement

**Tableau 3: Analyses de l'eau des pieds de cuves avant et après traitement**

	Analyses physico-chimiques								Analyses bactériologiques	
	<i>THT</i>	<i>TAC</i>	<i>CL-</i>	<i>pH</i>	<i>CD</i>	<i>chlore total</i>	<i>chlore libre</i>	<i>chlore actif</i>	<i>CT</i>	<i>BT</i>
<i>Ech1 Av</i>	30	28	202	7.26	1123	0.5	0.09	0.21	0	10
<i>Ech2 Av</i>	30	30	205	7.09	1114	0.5	0.19	0.11	1	0
<i>Ech3 Av</i>	35	37	197	7.19	1120	0.5	0.18	0.12	1	20
<i>Ech4 Av</i>	30	28	195	7.4	1112	0.5	0.19	0.11	3	100
<i>Ech5 Av</i>	30	32	210	7.06	1116	0.5	0,00	0.3	0	0
<i>Ech6 Av</i>	34	35	192	7.68	1093	0.5	0,00	0.3	0	90
<i>Ech7 Av</i>	35	32	197	7.41	1104	0.5	0.19	0.11	1	0
<i>Ech8 Av</i>	30	25	194	7.67	1157	0.5	0.08	0.22	0	0
<i>Ech9 Av</i>	38	32	201	7.2	1115	0.5	0.02	0.28	0	0
<i>Ech10 Av</i>	32	27	205	7.06	1120	0.5	0,00	0.3	0	40
<i>Ech11 Av</i>	33	27	196	7.05	1127	0.5	0.18	0.12	1	50
<i>Ech12 Av</i>	35	25	210	7.7	1119	0.5	0.03	0.27	0	80
<i>Ech13 Av</i>	33	30	213	7.26	1125	0.5	0.11	0.19	0	60
<i>Ech14 Av</i>	30	30	211	7.62	1148	0.5	0.28	0.02	4	0
<i>Ech15 Av</i>	30	28	201	7.26	1158	0.5	0.15	0.15	1	70
<i>Ech1 Ap</i>	35	34	219	8.11	1137	0.8	0.55	0.22	0	0
<i>Ech2 Ap</i>	35	34	209	8.15	1111	0.89	0.2	0.6	0	0
<i>Ech3 Ap</i>	40	32	254	8.21	1119	0.7	0.8	0.21	0	0
<i>Ech4 Ap</i>	30.5	27	196	8.22	1117	0.84	0.58	0.21	0	6
<i>Ech5 Ap</i>	40	32.5	202	7.9	1126	0.97	0.58	0.34	0	5
<i>Ech6 Ap</i>	32.4	37.5	217	8.26	1146	0.32	0.87	0.4	0	0
<i>Ech7 Ap</i>	37	37.5	227	8.19	1109	1.01	0.22	0.2	0	3
<i>Ech8 Ap</i>	37.5	35	211	8.47	1130	1.04	0.87	0.25	0	0
<i>Ech9 Ap</i>	35	34	214	8.46	1111	1.15	0.15	0.99	0	0
<i>Ech10 AP</i>	32.5	32	219	8.19	1109	1.15	1.03	0.42	0	0
<i>Ech11 AP</i>	36	32.5	211	8.11	1114	1.03	0.91	0.24	0	0
<i>Ech12 AP</i>	35	36	209	8.22	1120	0.55	0.33	0.7	0	0
<i>Ech13 AP</i>	32	37	197	8.21	1119	0.39	0.24	0.31	0	0
<i>Ech14 AP</i>	33	37.5	214	8.15	1109	1.15	0.31	0.18	0	0
<i>Ech15 AP</i>	35	35	215	8.11	1124	0.94	0.86	0.29	0	0

### Matrice de corrélation

		THT	TAC	CL-	pH	CD	chlore total	chlore libre	chlore actif	CT	BT
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
THT	1	1.0000	0.4324	0.4550	0.4112	-0.2827	0.4278	0.3427	0.2390	-0.3885	-0.2335
TAC	2	0.4324	1.0000	0.3001	0.5283	-0.2902	0.3279	0.3241	0.3096	-0.2481	-0.4263
CL-	3	0.4550	0.3001	1.0000	0.4629	-1.1285e-02	0.3879	0.4896	0.1491	-0.2167	-0.3467
pH	4	0.4112	0.5283	0.4629	1.0000	-7.0584e-02	0.6492	0.6529	0.5023	-0.3427	-0.4346
CD	5	-0.2827	-0.2902	-1.1285e-02	-7.0584e-02	1.0000	-0.2895	0.1024	-0.2128	0.2245	-6.8240e-02
chlore total	6	0.4278	0.3279	0.3879	0.6492	-0.2895	1.0000	0.5253	0.3485	-0.3078	-0.3846
chlore libre	7	0.3427	0.3241	0.4896	0.6529	0.1024	0.5253	1.0000	6.0831e-02	-0.1729	-0.4229
chlore actif	8	0.2390	0.3096	0.1491	0.5023	-0.2128	0.3485	6.0831e-02	1.0000	-0.4434	-0.2360
CT	9	-0.3885	-0.2481	-0.2167	-0.3427	0.2245	-0.3078	-0.1729	-0.4434	1.0000	0.2687
BT	10	-0.2335	-0.4263	-0.3467	-0.4346	-6.8240e-02	-0.3846	-0.4229	-0.2360	0.2687	1.0000

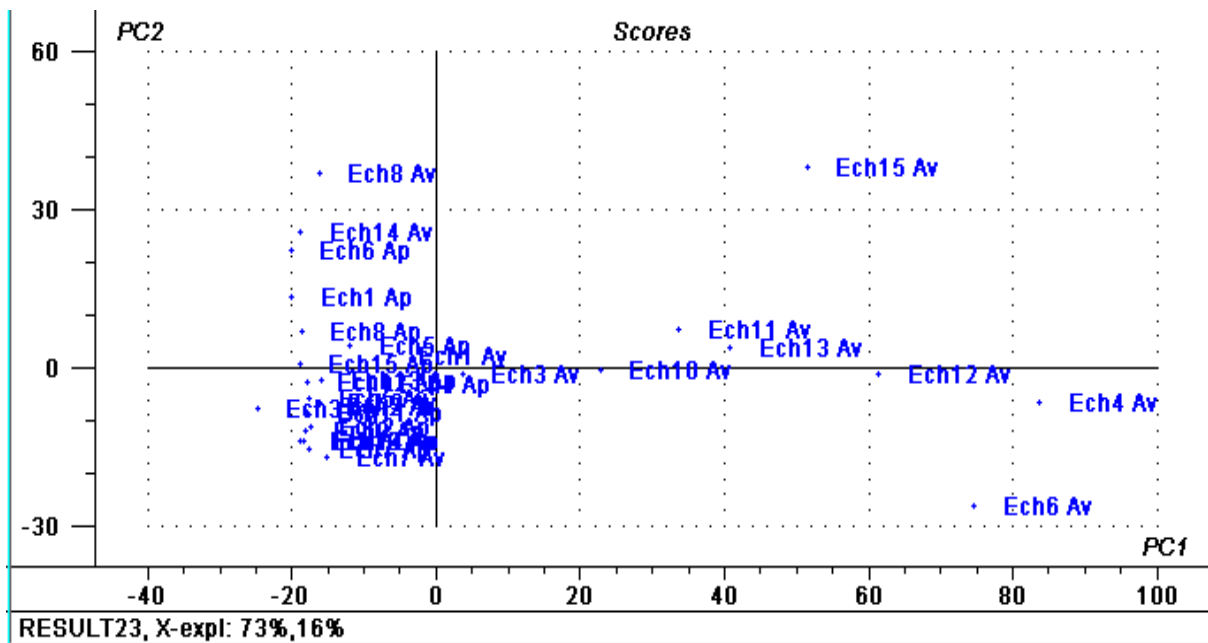
-Une corrélation positive existe entre le pH et chlore libre, cette dernière se manifeste expérimentalement puisqu'on remarque une variation proportionnelle entre les 2 facteurs.

	ExpXCal...	ExpXVal...
PC_00	0.000	0.000
PC_01	72.349	58.681
PC_02	83.889	63.404
PC_03	89.417	60.635
PC_04	93.176	54.873
PC_05	96.411	59.442
PC_06	98.021	52.598
PC_07	99.171	47.512
PC_08	99.701	23.097

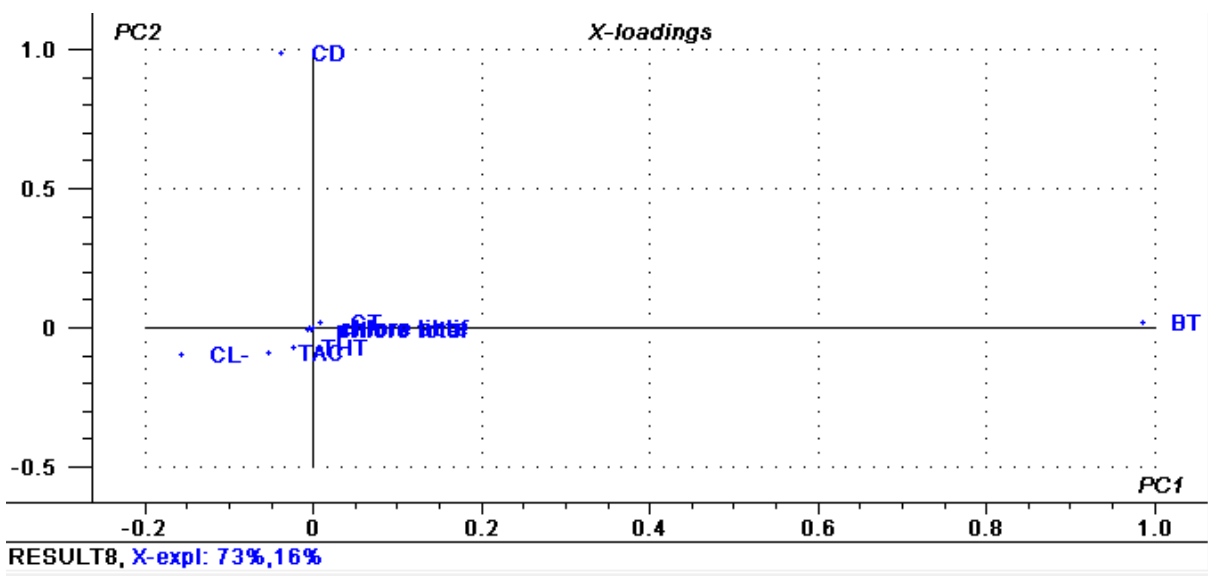
pc4. Variable: **c.Total** **v.Total**

**Figure15 : Pourcentages de variabilités expliquées**

- La variabilité expliquée par 2 composantes 83,889 % de la variabilité totale et prédit 63.404 % de cette variabilité.



**Figure16 : Représentation graphique individus**



**Figure17 : Représentation graphique des variables**

-D’après la représentation des individus et des variables, on observe une contribution entre les bactériaux totaux et les échantillons avant le traitement. Le  $Cl^-$  présent dans les échantillons avant et après traitement avec une forte contribution de la conductivité dans les échantillons avant traitement. Cette différence observée par rapport au résultat de l’eau potable peut être expliquée par la présence de quelque *trace de levure ou les traces de la soude restantes après le lavage des cuves.*

## **II. Impact de la chloration sur les produits finis**

Dans cette partie, on va évaluer l'efficacité du traitement du chlore libre sur les produits finis pendant une période donnée.

Le tableau suivant illustre les résultats obtenus :

**Tableau 4 : Analyses des produits finis avant et après traitement**

<b>Echantillons</b>		<b>CT AVANT</b>	<b>CT APRES</b>	<b>Chlore actif (après)</b>
<b>Ech1 Av</b>	<b>Ech1 Ap</b>	<b>1000</b>	<b>1</b>	<b>0,21</b>
<b>Ech2 Av</b>	<b>Ech2 Ap</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>0,11</b>
<b>Ech3 Av</b>	<b>Ech3 Ap</b>	<b>800</b>	<b>1</b>	<b>0,12</b>
<b>Ech4 Av</b>	<b>Ech4 Ap</b>	<b>800</b>	<b>1</b>	<b>0,11</b>
<b>Ech5 Av</b>	<b>Ech5 Ap</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
<b>Ech6 Av</b>	<b>Ech6 Ap</b>	<b>700</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
<b>Ech7 Av</b>	<b>Ech7 Ap</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>0,11</b>
<b>Ech8 Av</b>	<b>Ech8 Ap</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,22</b>
<b>Ech9Av</b>	<b>Ech9Ap</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,28</b>
<b>Ech 10 Av</b>	<b>Ech 10 Ap</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
<b>Ech 11 Av</b>	<b>Ech 11 Ap</b>	<b>900</b>	<b>1</b>	<b>0,12</b>
<b>Ech 12 Av</b>	<b>Ech 12 Ap</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>0,27</b>
<b>Ech 13 Av</b>	<b>Ech 13 Ap</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,19</b>
<b>Ech 14 Av</b>	<b>Ech 14 Ap</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
<b>Ech 15 Av</b>	<b>Ech 15 Ap</b>	<b>200</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>
<b>moyenne</b>		<b>306</b>	<b>4</b>	<b>0,19</b>

On remarque une diminution des valeurs des CT après la mise en place de la station de chloration puisqu'on est passé d'une moyenne de 306 CT à 4 CT, ce qui démontre l'impact du chlore actif sur le goût et ainsi sur les produits finis.

### **CONCLUSION de l'étude :**

Au cours de ce stage nous avons évalué le traitement de l'eau par la station de chloration récemment installé à LESAFFRE Maroc.

Notre étude s'est portée sur des études statistiques de données récoltées par ACP. En effet, nous avons choisi, avec l'équipe technique, les paramètres de contrôle susceptibles d'être

pertinents dans le développement. Trois facteurs d'évaluation de la performance de la station, à savoir le Chlore libre, les BT et les CT ont été décelés.

Nous avons réalisés une étude ACP (Analyse en composantes principales) pour définir les corrélations existantes pour l'eau potable. Après installation de la station de chloration, on a constaté une diminution remarquable des valeurs du BT et CT pour une valeur optimum du chlore libre. Ces résultats approuvent le bon fonctionnement de la station. Dans le même sens le traitement de l'eau des pieds de cuves 4 a permis d'avoir une meilleure qualité d'eaux avec un BT et CT nulles et 0.5 du chlore libre.

## *Conclusion générale*

L'eau constitue un élément indispensable dans l'industrie de la levure, que ce soit pour l'alimentation de la chaudière, le refroidissement du mout, le rinçage des cuves ou les pieds de cuves...

Les sociétés qui utilisent la biotechnologie doivent être très vigilantes car le risque de multiplication des microbes est très grand, et c'est le cas de LESAFFRE MAROC.

En 2014, les analyses obtenues ont montrés une contamination au sein des crèmes et des produits finis, malgré la chloration des pieds de cuve des fermenteurs.

Les responsables de la division technique ont décidés de mettre en place un système de chloration, pour le traitement de l'eau potable à l'arrivée de l'usine et de faire le suivi des analyses physico-chimiques et bactériologiques tout au long du circuit jusqu'au produits finis.

En février 2015, la division technique a installé la station de chloration et on remarqué d'après les résultats obtenus par l'analyse en composante principale, que le système mis en place commence à donner ces fruits, vu que la qualité bactériologique s'est améliorée par rapport aux résultats de l'année précédente et nous avons constatées une baisse de coliformes dans les produits finis.

Donc, Le système est toujours en test, et les responsables de la production, maintenance et qualité sont toujours en train d'optimiser le rendement du système de chloration.

# Annexe

## Annexe 1 : Les tableaux récapitulatifs des différentes analyses effectuées dans la salle d'osmoseur

THT	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
25-févr	35	35	33	0,3	88	0,2	0,2
26-févr	38	38	32	0,2	91	0,2	0,1
27-févr	38	38	33	0,2	86	0,1	0,2
28-févr	35	35	33	0,2	88	0,2	0,2
02-mars	38	38	34	0,3	91	0,4	0,2
03-mars	35	35	32	0,2	87	0,3	0,2
04-mars	39	39	35	0,4	90	0,2	0,1
05-mars	38	38	32	0,3	88	0,1	0,3
09-mars	37	37	35	0,3	86	0,2	0,2
10-mars	38	38	35	0,2	88	0,2	0,2
11-mars	35	35	33	0,2	91	0,2	0,2
12-mars	38	38	35	0,1	87	0,3	0,1
16-mars	38	38	31	0,1	88	0,2	0,2
17-mars	36	36	33	0,1	85	0,2	0
20-mars	33	33	36	0,1	85	0,2	0,1
17-avr	35	34	33	0,3	91	0,2	0,2
27-avr	38	33	33	0,2	88	0,2	0,1
28-avr	38	33	33	0,2	90	0,3	0,1
29-avr	35	35	32	0,3	86	0,2	0,2
29-avr	38	32	33	0,2	90	0,2	0,1

TAC	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
25-févr	30	30	33	3	80	2	2
26-févr	32	32	33	3	83	2	1
27-févr	31	31	33	4	83	1	1
28-févr	33	33	31	3	81	2	3
02-mars	32	32	33	4	82	1	2
03-mars	30	30	30	2	82	1	2
04-mars	31	31	32	3	81	1	1
05-mars	34	34	33	3	82	2	3
09-mars	32	32	31	4	83	2	2
10-mars	30	30	33	2	80	1	2
11-mars	30	30	33	2	83	1	2
12-mars	25	25	30	3	75	3	2
16-mars	35	35	25	2	80	2	2
17-mars	28	28	30	2	75	1	2
20-mars	30	30	33	2	81	1	1
17-avr	30	28	31	3	80	1	1
27-avr	32	27	33	3	83	2	1
28-avr	31	30	33	4	83	1	1
29-avr	33	25	31	4	83	1	3
29-avr	32	33	33	3	81	2	2

+

Cl <sup>-</sup>	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
25-févr	184	184	194	10,5	515	10,5	9,1
26-févr	197	197	190	9,5	516	11,1	9,1
27-févr	197	197	192	9,7	512	11,35	10,5
28-févr	184	184	190	8,5	509	12,1	9,5
02-mars	197	197	194	10,1	508	12,1	9,8
03-mars	208	208	192	8,5	511	11,5	10,5
04-mars	197	197	196	9,5	514	11,5	9,8
05-mars	207	207	196	8,7	515	10,2	10,5
09-mars	199	199	191	9,7	508	13,5	9,1
10-mars	207	207	196	10,5	508	11,2	9,1
11-mars	184	184	194	9,8	506	11,2	10,5
12-mars	201	201	196	9,1	520	10,5	10,5
16-mars	201	201	194	10,5	508	11,9	10,5
17-mars	206	206	199	9,8	508	10,5	10,5
20-mars	201	201	194	9,8	511	11,2	10,5
17-avr	184	222	190	9,5	516	11,1	10,5
27-avr	197	231	193	9,5	512	10,1	9,1
28-avr	197	210	192	10,5	512	11,35	9,2
29-avr	184	245	190	9,1	509	11,1	9,5
29-avr	197	221	190	10,1	508	12,1	9,8

pH	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
25-févr	7,71	7,71	7,48	5,52	7,30	6,20	6,20
26-févr	7,84	7,84	7,61	6,22	8,10	5,40	7,10
27-févr	7,68	7,68	7,68	6,68	7,60	6,20	6,50
28-févr	7,41	7,41	7,62	6,88	7,50	6,30	7,20
02-mars	7,77	7,77	7,81	5,29	8,10	5,80	7,10
03-mars	7,62	7,62	7,86	5,75	7,10	5,10	6,40
04-mars	7,81	7,81	7,67	5,73	8,10	6,30	7,20
05-mars	7,61	7,61	7,73	6,44	7,70	6,90	7,10
09-mars	7,71	7,71	7,71	7,26	7,30	6,30	6,40
10-mars	7,74	7,74	7,95	5,51	8,10	6,40	7,10
11-mars	7,69	7,69	7,75	6,13	7,90	6,20	6,40
12-mars	7,63	7,63	7,72	6,28	7,90	6,40	6,20
16-mars	7,43	7,43	7,84	6,51	7,70	6,10	5,30
17-mars	7,68	7,68	7,74	6,03	8,10	6,10	6,20
20-mars	7,62	7,62	7,79	6,79	8,10	6,10	6,20
17-avr	7,71	7,78	7,51	6,88	8,20	6,20	7,10
27-avr	7,84	7,90	7,61	6,22	7,30	6,10	6,90
28-avr	7,68	7,79	7,62	6,68	7,60	6,20	6,50
29-avr	7,41	7,78	7,63	6,63	7,60	5,90	7,20
29-avr	7,77	7,84	7,8	5,3	7,50	5,80	6,20

CD	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
25-févr	1125	1125	1125	23,3	2860	24,2	28,5
26-févr	1127	1127	1130	23,7	2890	27,7	28,5
27-févr	1111	1111	1107	25,4	2840	25,5	29,5
28-févr	1113	1113	1103	23,5	2910	27,2	29,5
02-mars	1096	1096	1099	24,5	2810	28,2	26,5
03-mars	1111	1111	1100	25,6	2820	23,9	27,9
04-mars	1098	1098	1103	23,6	2860	24,5	28,9
05-mars	1099	1099	1103	25,9	2840	28,5	29,5
09-mars	1111	1111	1112	27,6	2880	29,6	35,2
10-mars	1113	1113	1112	26,1	2880	26,1	27,2
11-mars	1118	1118	1118	28,2	2910	27,2	28,2
12-mars	1109	1109	1116	27,3	2870	30,7	36,1
16-mars	1136	1136	1118	28,7	2800	32,5	34,5
17-mars	1148	1148	1119	28,2	2990	33,4	33,5
20-mars	1158	1158	1112	27,5	2890	32,5	33,5
17-avr	1097	1124	1117	28,7	2880	29,5	35,1
27-avr	1111	1129	1112	26,1	2880	26,1	27,2
28-avr	1111	1129	1116	28,2	2920	27,3	28,2
29-avr	1113	1131	1118	27,3	2872	26,2	27,5
29-avr	1096	1120	1117	26,1	2870	32,5	36,1

CT	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
25-févr	0	0	0	0	0	0	0
26-févr	0	0	0	0	0	0	0
27-févr	0	0	0	0	0	0	0
28-févr	4	4	3	0	3	1	0
02-mars	0	0	0	0	0	0	0
03-mars	1	1	2	0	2	0	0
04-mars	0	0	0	0	0	0	0
05-mars	0	0	0	0	0	0	0
09-mars	0	0	0	0	0	0	0
10-mars	4	4	5	0	5	0	0
11-mars	0	0	2	0	2	0	0
12-mars	2	2	2	0	3	0	0
16-mars	0	0	2	0	0	0	0
17-mars	0	0	0	0	0	0	0
20-mars	0	0	3	0	4	0	0
17-avr	0	0	0	0	0	0	0
27-avr	0	0	2	0	3	0	0
28-avr	0	0	0	0	0	0	0
29-avr	4	0	0	0	0	0	0
29-avr	0	0	1	0	0	0	0



BT	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
25-févr	10	10	9	0	10	0	0
26-févr	0	0	0	0	0	0	0
27-févr	20	20	19	0	20	0	0
28-févr	100	100	110	1	110	1	0
02-mars	0	0	0	0	0	0	0
03-mars	90	90	100	1	100	1	0
04-mars	0	0	0	0	0	0	0
05-mars	0	0	0	0	0	0	0
09-mars	0	0	0	0	0	0	0
10-mars	40	40	60	0	70	0	0
11-mars	50	50	70	0	70	0	0
12-mars	80	80	90	1	100	1	0
16-mars	60	60	70	0	70	0	0
17-mars	0	0	0	0	0	0	0
20-mars	70	70	80	0	90	0	0
17-avr	10	0	0	0	0	0	0
27-avr	0	0	40	8	10	8	1
28-avr	20	0	0	0	20	0	0
29-avr	100	0	0	0	40	0	0
29-avr	0	0	60	1	30	1	0

**Annexe 2 : Les tableaux récapitulatifs des différentes analyses effectuées sur les tours de refroidissement et les entrées sorties des échangeurs**

THT	$\alpha$ -Lav1	$\alpha$ -Lav2	entrée ES	entrée E6	entrée ES	sortie ES	sortie E6	sortie ES
25-févr	18	25	17	19	18	17	19	18
26-févr	22	22	21	22	21	21	22	21
27-févr	21	24	20	20	20	20	19	20
02-mars	17	22	17	19	15	16	19	16
03-mars	17	17	17	17	18	17	17	18
04-mars	20	18	19	18	19	18	17	17
05-mars	19	17	19	16	15	17	15	14
06-mars	18	18	17	19	19	16	18	18
09-mars	32	25	27	29	28	26	30	28
10-mars	20	18	20	18	18	22	18	18
11-mars	15	16	15	16	15	14	15	15
12-mars	14	13	13	13	13	12	13	13
13-mars	13	12	12	12	13	15	12	13
16-mars	23	24	23	24	24	23	24	23
17-mars	23	21	21	23	21	21	22	21
17-avr	25	17	19	18	17	19	18	18
27-avr	22	21	22	21	21	22	21	21
28-avr	24	20	20	20	20	19	20	20
29-avr	22	17	19	15	16	19	16	16
30-avr	17	17	17	18	17	17	18	18
01-mai	18	19	18	19	18	17	17	17

TAC	$\alpha$ -Lav1	$\alpha$ -Lav2	entrée ES	entrée E6	entrée ES	sortie ES	sortie E6	sortie ES
25-févr	25	25	24	24	25	25	24	25
26-févr	18	18	19	19	19	20	21	20
27-févr	22	25	25	23	20	22	25	20
02-mars	20	20	25	20	18	25	25	25
03-mars	22	22	20	21	21	20	21	21
04-mars	23	25	24	24	23	25	25	25
05-mars	16	25	25	21	25	22	22	21
06-mars	20	20	23	23	23	21	21	21
09-mars	25	25	29	28	26	30	26	30
10-mars	20	20	20	20	20	20	20	17
11-mars	12	15	16	17	15	16	15	15
12-mars	14	15	15	15	15	15	15	16
13-mars	15	15	14	21	15	15	15	17
16-mars	13	16	24	23	25	24	23	26
17-mars	22	22	23	21	21	21	22	21
17-avr	25	24	24	25	23	24	25	25
27-avr	19	19	18	19	20	19	20	20
28-avr	25	25	25	20	23	25	20	20
29-avr	20	25	23	22	25	24	25	24
30-avr	23	20	21	19	20	21	20	21
01-mai	25	24	25	23	25	25	25	25

CD	$\alpha$ -Lav1	$\alpha$ -Lav2	entrée ES	entrée E6	entrée ES	sortie ES	sortie E6	sortie ES
25-févr	877	850	870	878	860	880	884	868
26-févr	860	863	855	856	858	854	855	856
27-févr	874	871	880	869	873	872	875	879
02-mars	809	807	788	790	791	793	795	798
03-mars	873	874	864	864	862	867	871	870
04-mars	1131	1132	1130	1135	1136	1138	1132	1156
05-mars	966	960	951	955	954	955	954	957
06-mars	943	940	941	941	943	942	942	943
09-mars	1022	1095	1080	1081	1081	1096	1097	1090
10-mars	830	826	831	830	833	843	829	835
11-mars	770	771	772	771	773	772	771	768
12-mars	691	688	687	686	652	660	686	687
13-mars	664	664	663	663	663	666	663	662
16-mars	970	965	965	969	964	970	969	974
17-mars	933	920	914	915	915	915	913	920
17-avr	860	854	875	873	863	879	884	870
27-avr	854	858	855	853	858	854	857	856
28-avr	874	871	880	869	873	872	875	879
29-avr	822	828	816	819	816	828	823	821
30-avr	872	874	864	868	871	867	871	875
01-mai	885	869	875	873	873	888	886	875

CL-	$\alpha$ -Lav1	$\alpha$ -Lav2	entrée ES	entrée E6	entrée ES	sortie ES	sortie E6	sortie ES
25-févr	215	200	198	184	182	184	192	190
26-févr	206	202	197	197	197	197	197	197
27-févr	213	192	182	192	187	182	194	192
02-mars	175	173	176	163	163	159	160	162
03-mars	255	205	170	160	162	162	159	163
04-mars	253	203	198	198	199	195	199	198
05-mars	206	201	194	197	189	198	195	199
06-mars	171	192	186	183	193	190	187	182
09-mars	229	202	195	189	198	197	198	195
10-mars	166	175	164	166	173	183	183	176
11-mars	148	172	172	160	160	160	160	171
12-mars	161	171	170	163	170	161	159	166
13-mars	133	175	167	159	159	159	129	160
16-mars	185	176	197	183	195	198	198	196
17-mars	190	175	190	196	172	189	197	179
17-avr	209	202	200	198	204	193	190	190

27-avr	202	198	195	197	197	198	197	197
28-avr	193	182	193	187	182	194	193	192
29-avr	142	152	150	154	145	151	152	162
30-avr	263	149	148	146	150	150	151	163
01-mai	271	250	262	262	249	263	263	198

CT	$\alpha$ -Lav1	$\alpha$ -Lav2	entrée E5	entrée E6	entrée E8	sortie E5	sortie E6	sortie E8
25-févr	0	0	0	0	0	0	0	0
26-févr	0	0	0	0	0	0	0	0
27-févr	0	0	0	0	0	0	0	0
02-mars	4	3	4	4	4	5	5	5
03-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
04-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
05-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
06-mars	1	3	3	3	3	4	4	4
09-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
10-mars	2	0	1	1	1	3	3	3
11-mars	0	1	0	0	0	0	0	0
12-mars	3	1	3	3	3	4	4	4
13-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
16-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
17-mars	0	1	1	1	1	2	2	2
17-avr	0	0	0	0	0	0	0	0
27-avr	0	0	0	0	0	0	0	0
28-avr	2	0	2	1	1	4	2	0
29-avr	1	3	2	4	2	2	4	2
30-avr	0	0	0	0	0	1	0	0
01-mai	0	0	0	0	0	0	0	0

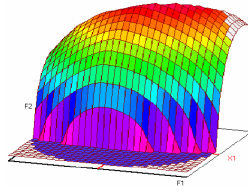
pH	$\alpha$ -lav1	$\alpha$ -lav2	entrée E5	entrée E6	entrée E8	sortie E5	sortie E6	sortie E8
25-févr	8,11	8,18	8,11	8,12	8,11	8,15	8,14	8,15
26-févr	8,20	8,23	8,22	8,22	8,23	8,20	8,21	8,20
27-févr	8,21	8,31	8,16	8,49	8,41	8,41	8,53	8,47
02-mars	8,42	8,33	8,32	8,36	8,39	8,38	8,40	8,42
03-mars	8,08	8,05	8,07	8,05	8,07	8,09	8,06	8,06
04-mars	8,25	8,25	8,20	8,23	8,25	8,21	8,24	8,26
05-mars	8,04	8,06	8,01	8,03	8,02	8,09	8,10	8,12
06-mars	8,48	8,49	8,53	8,49	8,58	8,53	8,52	8,55
09-mars	8,26	8,21	8,23	8,25	8,22	8,23	8,17	8,22
10-mars	8,09	8,12	8,08	8,08	8,18	8,05	8,08	8,15
11-mars	7,99	8,06	8,00	7,99	8,03	8,06	8,07	8,02
12-mars	8,07	8,10	8,13	8,07	8,20	8,19	8,21	8,07
13-mars	8,09	7,93	8,07	8,10	8,07	8,01	8,06	8,15
16-mars	8,47	8,54	8,62	8,61	8,60	8,61	8,57	8,62
17-mars	8,43	8,52	8,51	8,48	8,52	8,48	8,47	8,50
17-avr	8,14	8,13	8,11	8,12	8,10	8,17	8,16	8,12
27-avr	8,22	8,23	8,19	8,17	8,15	8,26	8,25	8,21
28-avr	8,30	8,37	8,31	8,37	8,40	8,42	8,39	8,46
29-avr	8,45	8,49	8,35	8,39	8,29	8,39	8,40	8,31
30-avr	8,05	8,05	8,10	8,05	8,07	8,21	8,12	8,22
01-mai	8,31	8,25	8,28	8,19	8,25	8,32	8,22	8,28

BT	$\alpha$ -Lav1	$\alpha$ -Lav2	entrée E5	entrée E6	entrée E8	sortie E5	sortie E6	sortie E8
25-févr	0	0	0	0	0	0	0	0
26-févr	0	0	0	0	0	0	0	0
27-févr	0	0	0	0	0	0	490	590
02-mars	470	550	490	490	490	510	510	510
03-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
04-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
05-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
06-mars	200	260	280	280	280	320	320	320
09-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
10-mars	290	320	330	330	330	380	380	380
11-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
12-mars	300	310	340	340	340	390	390	390
13-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
16-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
17-mars	0	0	0	0	0	0	0	0
17-avr	0	0	0	0	0	0	0	0
27-avr	0	0	0	50	0	0	60	0
28-avr	320	290	360	350	350	400	390	380
29-avr	410	470	550	580	580	600	590	580
30-avr	0	0	0	0	0	0	0	0
01-mai	0	0	0	0	0	0	0	0

# Bibliographie

## *Sites internet*

- [1] <http://www.radeef.ma/Accueil/Pr%C3%A9sentationetactivit%C3%A9s/Activit%C3%A9s/Activit%C3%A9EauPotable.aspx>
- [2] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_potable](http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_potable)
- [3] <http://marc.morin35.free.fr/lycee/1ereL/Chapitre%20C1%20eaux.pdf>
- [4] [http://www.eauplus.fr/fre/Adoucissement/Qu\\_est-ce\\_qu\\_une\\_eau\\_dure.html](http://www.eauplus.fr/fre/Adoucissement/Qu_est-ce_qu_une_eau_dure.html)
- [5] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_distill%C3%A9e](http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_distill%C3%A9e)
- [6] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_purifi%C3%A9e](http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_purifi%C3%A9e)
- [7] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_douce](http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_douce)
- [8] [www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/get/pdf/230](http://www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/get/pdf/230)
- [9] [www.palintest.fr/attachments.aspx?id=110](http://www.palintest.fr/attachments.aspx?id=110)
- [10] [fr.wikipedia.org/wiki/Flore\\_mésophile\\_aérobie\\_totale](http://fr.wikipedia.org/wiki/Flore_mésophile_aérobie_totale)
- [11] [www.labenvironex.com/docs/ColiformesTotaux.pdf](http://www.labenvironex.com/docs/ColiformesTotaux.pdf)
- [12] <http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dico/d/chimie-osmose-5766/>
- [13] <http://www.polymem.fr/produits/osmose-inverse-comment-ca-marche/>
- [14] <http://www.nextfilt.com/#!domestique1/caf0>
- [15] <http://www.pureprofrance.fr/61-distillation-eau>
- [16] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Tour\\_a%C3%A9ror%C3%A9frig%C3%A9rante](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tour_a%C3%A9ror%C3%A9frig%C3%A9rante)
- [17] [http://www.airenergie.fr/glossaire-echangeur-a-plaques\\_61.html](http://www.airenergie.fr/glossaire-echangeur-a-plaques_61.html)



## **Master ST CAC Agiq**

**Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques**

**Nom et prénom : FEGOUSSE Ahlam**

**Année Universitaire : 2014/2015**

**Titre : Etude par ACP de l'eau potable avant et après chloration et son impact sur les produits finis.**

.

### **Résumé**

La fermentation de la levure au sein de LESAFFRE Maroc débute dans le laboratoire et se termine à l'échelle industrielle). Lors de la multiplication de la cellule de la levure, elle libère une quantité d'énergie thermique, c'est une réaction exothermique qui entraîne l'augmentation de la température, qui peut tuer les cellules de levure. D'autre part, la stérilisation des fermenteurs et le séchage de la levure sèche se réalisent par la vapeur produite par la chaudière. D'où l'importance d'assurer une alimentation continue en eau traitée.

Cette année la société a installé une station de chloration, pour stabiliser le taux du chlore dont le but d'améliorer la qualité des conditions de multiplications cellulaire au sein des cuves de fermentation.

Dans ce contexte, nous nous sommes fixés comme objectif de faire un suivi des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau avant et après traitement par chloration, et d'étudier par ACP ces analyses pour s'assurer de l'efficacité de cette nouvelle station.

**Mots clés: levure, chloration, chlore libre, ACP.**