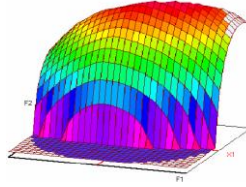

Année Universitaire : 2016-2017



Master Sciences et Techniques CAC Ageq

Chimiométrie et Analyse Chimique : Application à la gestion de la qualité

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

***Etude par Analyse en composantes principales de l'eau avant
et après traitement par chloration et son impact sur les
produits finis***

Présenté par: ABOUMALIK Sara

Encadré par: - Mr. BENANI Ali (LESAFFRE)

- Pr. KANDRI RODI Youssef (FST Fès)

Soutenu Le 12 Juin 2017 devant le jury composé de:

- Pr Y. KANDRI RODI

- Pr M.EL ASRI

-Pr F.KHALIL

Stage effectuée : LESAFFRE MAROC

Dédicaces

Que ce travail témoigne de mes respects :

☞ A mes parents :

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

☞ A mon frère et mes sœurs.

☞ A tous mes professeurs :

Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

☞ A tous mes amis (es) et mes collègues :

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Remerciements

Ma gratitude va tout d'abord à mon directeur de recherche le Professeur **M. Youssef KANDRI**. Il n'a pas simplement accepté de diriger cette recherche et accordé sa confiance, il a été toujours disponible et à l'écoute. Je le remercie pour ses conseils qu'il m'a apportés tout au long de la réalisation de ce mémoire, son aide, ses encouragements, ainsi que sa bienveillance.

Je tiens aussi à remercier tous les membres de jury qui ont bien accepté de m'accorder de leur temps pour juger ce travail. Qu'ils trouvent ici tous le témoignage de ma reconnaissance et l'assurance de mon respect.

Ma profonde gratitude et ma grande estime à l'équipe pédagogique et le corps professoral du Master en **Chimométrie et Analyses Chimiques (CAC)** Ce fut un immense privilège, et un grand honneur de me soutenir de développer ma carrière.

Mes reconnaissances et remerciements s'adressent également à mon encadrant de stage **M. BENNANI Ali** et pour la confiance, le grand soutien et tout le personnel de **LESAFFRE MAROC** dont l'intervention au cours de ce stage, a favorisé son aboutissement.

Enfin, que tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail, trouvent ici l'expression de mes sincères reconnaissances.

Liste des abréviations

ACP	Analyse en composante principale
AD	Eau Adoucie
BAC	BAC alimentaire
BAD	Bac d'eau adoucie
BT	Bactéries totaux
CD	Conductivité
CT	Coliforme totaux
EO	Entrée d'osmoseur
Ep	Eau potable
ET	Eau traitée
PC4	Pied de cuve du fermenteur 4
RAT	Tours de refroidissement
RO	Rejet d'osmoseur
SO	Sortie d'osmoseur
TAC	Titre Alcalimétrique Complet
THT	Titre Hydrotimétrique Total

Liste des Figures

FIGURE N° 1 :Schéma d'une cellule de la levure de boulangerie.....	13
FIGURE N° 2 :Séparateur.....	14
FIGURE N° 3 :Les différentes étapes de production de la levure de boulangerie	17
FIGURE N° 4 :Principe de l'osmose et de l'osmose inverse.....	22
FIGURE N° 5 :Principe et fonctionnement d'un adoucisseur.....	22
FIGURE N°6 :Pompe.....	23
FIGURE N°7 :Schéma d'un échangeur à plaque.....	24
FIGURE N° 8 : Tours de refroidissement	24
FIGURE N° 9 :Tour à circuit fermé.....	25
FIGURE N° 10 :Tour à circuit ouvert	26
FIGURE N° 11 :Chaudière	26
FIGURE N° 12 :Fermenteur.....	27
FIGURE N° 13 :Schéma de circuit de l'eau traitée	29
FIGURE N° 14 :Pourcentages de variabilités expliquées	40
FIGURE N° 15 :Représentation graphique des individus.....	41
FIGURE N° 16 :Représentation graphique des variables.....	41
FIGURE N° 17 :Représentation graphique des points aberrant.....	42
FIGURE N° 18 :Représentation graphique de la variance résiduelle	42
FIGURE N° 19 :Pourcentages de variabilités expliquées.....	44
FIGURE N° 20 :Représentation graphique individus.....	45
FIGURE N° 21 :Représentation graphique des variables.....	45

Liste des Tableaux

TABLEAU N° 1 : Valeurs du titre hydrotimétrique.....	30
TABLEAUN° 2 : Analyses de l'eau potable avant et après traitement.....	39
TABLEAU N° 3 : Analyses de l'eau des pieds de cuves avant et après traitement.	43
TABLEAUN° 4 :Analyses des produits finis avant et après traitement.....	46

Table des Matières

INTRODUCTION GENERALE	8
CHAPITRE1 : PRESENTATION GENERALE DE LESAFFRE ET SES ACTIVITES	9
I- Présentation de l'entreprise	10
1- Historique du groupe.....	10
2- Lesaffre-Maroc.....	10
3- Gamme de produits de LESAFFRE-Maroc.....	11
4- Organigramme de l'entreprise	11
II- Description générale du laboratoire	11
1- Laboratoire de microbiologie.....	12
2- Laboratoire de physico-chimie	12
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.....	18
CHAPITRE 2 : LES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT D'EAU	19
I- Généralités sur l'eau	20
1- Définition.....	20
2- Composition chimique d'une eau.....	20
3- Les types d'eaux.....	21
II- Procédé générale de traitement d'eau	21
1- Rôle et effet des équipements sur l'eau	21
a- Osmoseur.....	21
b- Osmose inverse.....	21
c- Adoucisseur.....	22
d- Filtre.....	22

e- Charbon actif.....	23
f- Pompe.....	23
g- Echangeur de chaleur.....	23
h- Tours de refroidissement.....	24
i- Chaudières.....	26
j- Fermenteur.....	26
2-Le circuit de l'eau à LESAFFRE Maroc.....	27
a- Introduction.....	27
b- Circuit d'eau traitée.....	27
III-Les analyses physico-chimiques et microbiologiques.....	30
1-Analyses physico-chimiques.....	30
a- Titre hydrotimétrique total.....	30
b- Titre Alcalimétrique Complet:TAC.....	31
c- L'ion chlorure:Cl ⁻	31
d- Conductivité.....	32
e- Potentiel hydrogène.....	32
f- Chlore.....	32
2-Analyses microbiologiques.....	33
a- Bactérie totale:BT.....	33
b- Coliformes totaux :CT.....	33
c- Méthode de dénombrement des micro-organismes en milieu liquide.....	34
CHAPITRE3 : EXPLOITATION DES RESULTATS.....	35
I- Analyse des données (Réalisation d'une ACP).....	38
1- L'eau potable avant et après traitement.....	38
2- Pour les pieds de cuves avant et après traitement.....	42
II- Impact de la chloration sur les produits finis.....	46
CONCLUSION.....	48

Introduction générale :

La fabrication de la levure fait partie des industries agro-alimentaires qui ont des activités industrielles qui transforment des matières premières, en produit alimentaire destinés essentiellement à la consommation humaine.

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'eau est un intrant majeur dans la plupart des entreprises alimentaires qui l'utilisent à des fins diverses, que ce soit directement dans le processus de fabrication d'un produit alimentaire ou pour d'autres usages tels que le nettoyage des sols, le refroidissement par des tours et des échangeurs thermiques ou la production de la vapeur par des chaudières, mais lorsque cette eau devient polluée elle endommage l'efficacité du système en retardant le processus et, par conséquent, la qualité du produit est affectée.

Bien que l'eau à l'arrivée soit dans les normes marocaines, la volatilité, la présence de matière organique, de matière en suspension et la distance peut diminuer le taux de chlore actif. En effet, en 2015, les résultats du laboratoire à vérifier que les produits finis et les crèmes étaient contaminés, cela s'explique que l'eau peut être une source de cette contamination. Car le taux de chlore actif est toujours inférieur à 0,2 ppm.

En revanche la société LESAFFRE Maroc a décidé d'installer une nouvelle station de chloration, en avril 2016, afin de corriger ce manque et de stabiliser les taux de chlore ainsi que d'améliorer la qualité des conditions de multiplications cellulaire au sein des cuves de fermentation.

On a fixé comme objectifs d'effectuer un suivi des analyses physico-chimiques ainsi que microbiologiques et faire une étude ACP de l'eau, avant le traitement par chloration, et après l'installation de la station pour s'assurer afin l'efficacité de cette dernière.

CHAPITRE 1 :

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- Présentation de l'entreprise

Le groupe agroalimentaire Lesaffre est le leader mondial dans le domaine de la levure de planification. Fort de ses connaissances approfondies de la levure et de ses compétences pointues en biotechnologies, Lesaffre intervient également dans les domaines de la nutrition santé humaine et animale. Symbole de proximité et de fidélité, l'hirondelle est l'emblème fédérateur du groupe Lesaffre à travers le monde.

1. Historique du groupe

L'histoire raconte qu'en **1853** deux frères Louis Lesaffre-Roussel et Louis Bonduelle-Dalle créent une distillerie d'alcool de grains et de genièvre à Marquette-lez-Lille. Un premier moulin est acquis en **1863** à Marcq-en-Barœul. Mais l'industrie de la levure démarre réellement en Autriche en **1867** avec le procédé **Mautner**. Ce procédé empirique consistait à préparer un moût de grains, de telle sorte que le dégagement gazeux entraînait la levure à la surface où elle était recueillie. Lorsqu'en **1871** le baron autrichien Max de Springer, propriétaire à Maisons-Alfort près de Paris d'une très belle distillerie, rapporte de chez Mautner, à Vienne, l'idée d'extraire la levure des moûts de fermentation des grains et de la vendre aux boulangers ; Lesaffre & Bonduelle décident à leur tour en **1873** de développer la fabrication de levure fraîche à Marcq-en-Barœul, à la place de l'ancien moulin. Mais contre toute attente en **1901** Les familles Lesaffre et Bonduelle décident de poursuivre séparément leurs activités. L'entreprise est partagée en 3 branches : Lesaffre & Cie (alcool et levure) et Lesaffre Frères (sucrierie et distillerie). Bonduelle est aujourd'hui un acteur reconnu sur le marché du légume. Mais en **1910** L'usine de Marcq-en-Barœul subit un grand incendie qui la détruit totalement, elle est reconstruite **1923**. Avec la crise de l'alcool de grains, l'Etat français décide brutalement d'abaisser le prix, rendant sa production économiquement impossible. Une nouvelle matière première pour la levure sera trouvée et la mélasse, moyennant quelques aménagements techniques. De **1939-1945** Lors de la seconde guerre mondiale, Lesaffre met au point des produits à base de levure destinés à atténuer la pénurie alimentaire : production de la première levure sèche active. L'envolée vers l'international aura lieu entre 1963 et 2000 dont une implantation au Maroc.

2. Lesaffre-Maroc

En **1993**, la société SODERS (créée en 1975) a été majoritairement détenue par le groupe Français LESAFRRE, renommée « LESAFFRE-Maroc ». Elle représente la première entreprise privatisée du Maroc bénéficiant de l'expertise du leader mondial dans la fabrication de la levure de panification.

Son siège est situé au quartier industriel SIDI BRAHIM Fès. Elle produit environ 30.000 tonnes de levures par an avec un effectif de 200 personnes et un capital de 30.800.000 DH, elle est subdivisée en un site de production à Fès et un BANKING CENTER à Casablanca.

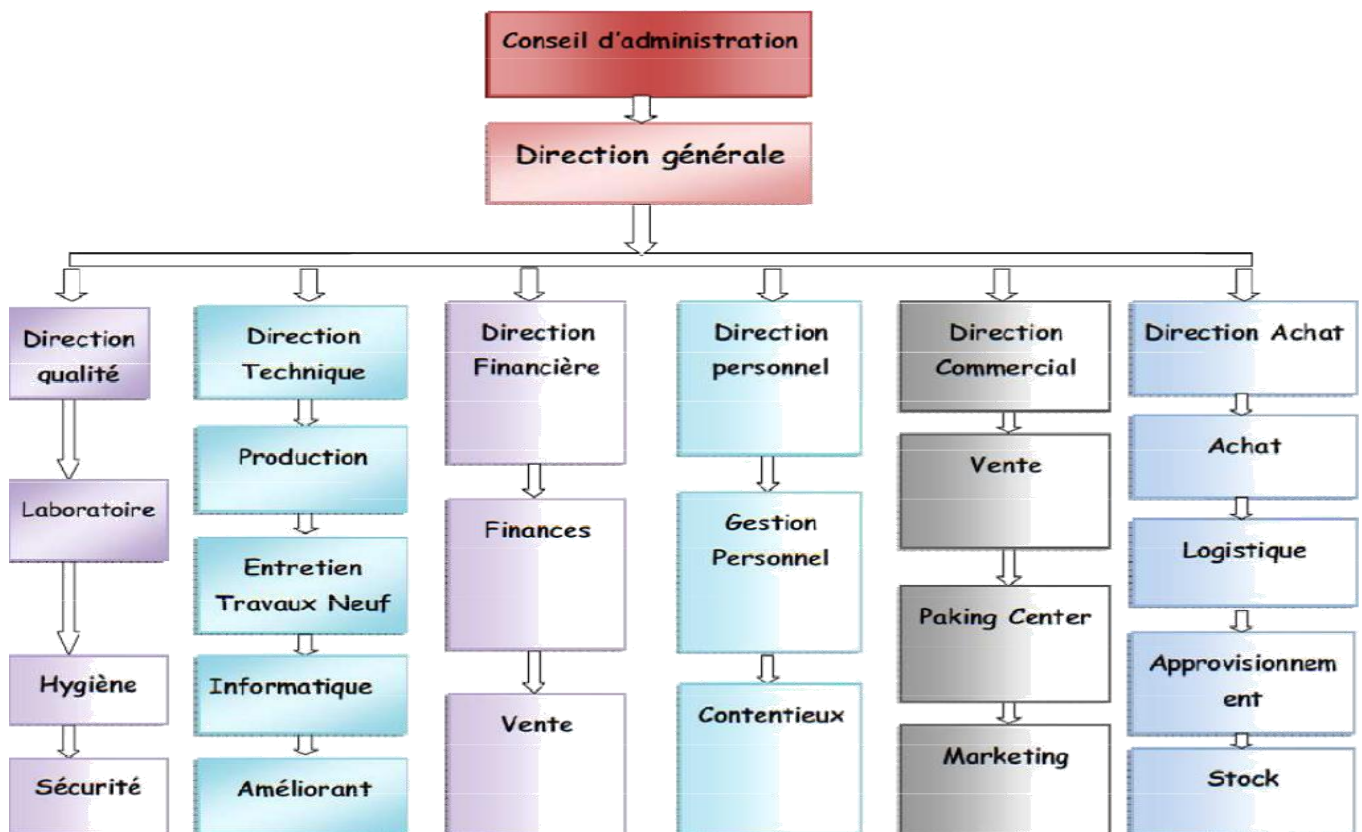
Ce dernier site constitue une vitrine des produits **lesaffre** où les boulangers peuvent suivre des formations et des démonstrations applicables à leur métier.

3. Gamme de produits de LESAFFRE-Maroc

Les produits commercialisés par LESAFFRE MAROC sont : la levure et les améliorants de panification.

Les marques JAUDA en levure fraîche et sèche, et RAFIAA en levure sèche, les améliorants de panification IBIS BLEU et MAGIMIX ainsi que des arômes, sa large gamme de produits en fait aujourd'hui le leader sur le marché.

4. Organigramme de l'entreprise:



II- Description générale du laboratoire

En 2006, afin de répondre aux besoins des contrôles microbiologiques et physico-chimiques, et pour garantir la qualité du produit fini tout au long du procédé de fabrication, une équipe marocaine a créé un laboratoire à LESAFFRE Maroc qui se divise en deux laboratoires:

1. Laboratoire de microbiologie :

Ce laboratoire est divisé en quatre parties :

- Salle de stockage des matériaux et des matières premières ;
- Salle de préparation des milieux de culture, la stérilisation et d'autres activités ;
- Salle des pathogènes où sont effectuées les analyses des germes pathogènes.
- Salle des analyses bactériologiques bien équipée

2. Laboratoire de physico-chimie :

Il est divisé en trois salles :

- Salle de panification où s'évalue la force panifique de la levure ;
- Salle de stockage des matériaux et des matières premières ;

Salle des analyses physico-chimiques où s'effectuent les analyses d'azote, de phosphate, de conductivité, de pH

III- Généralités sur la levure

1. Définition

La levure désigne originellement des champignons unicellulaires capables de provoquer la fermentation des matières animales ou végétales. Les levures sont employées pour la fabrication du vin, de la bière, des alcools industriels, des pâtes levées et d'antibiotiques. Elle se multiplie par bourgeonnement ou étranglement tous les 3 heures. Elle a le pouvoir de transformer le sucre en alcool et en gaz carbonique (CO₂).

C'est un microorganisme unicellulaire, sphérique ou ovale, dont les dimensions se situent entre six à dix microns.

2. Structure de la levure

La cellule de levure est une cellule typique d'eucaryote (cellule avec noyau) : elle comprend une paroi rigide, un noyau limité par une membrane nucléaire, un cytoplasme contenant divers organites dont les mitochondries (organites de la respiration) et une grande vacuole.

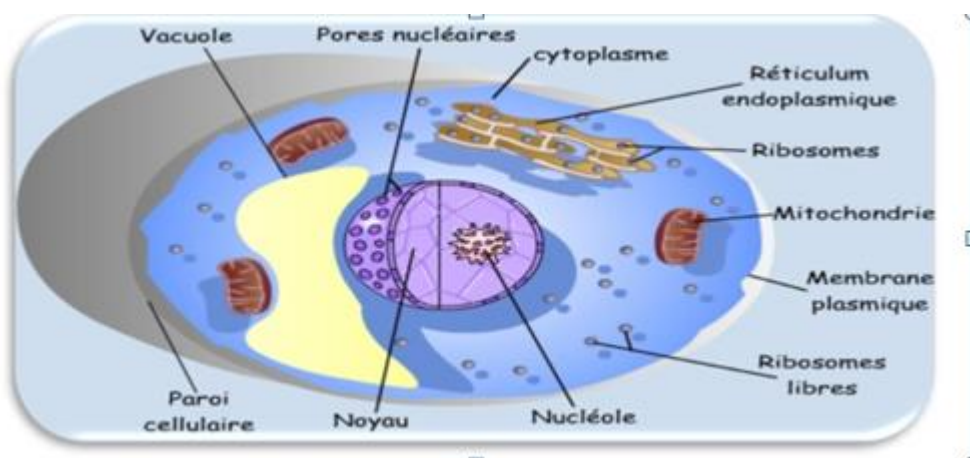


Figure 1 : Schéma d'une cellule de la levure de boulangerie

3. Processus de fabrication

La production de la levure passe par 9 étapes : l'ensemencement, pré fermentation, fermentation, séparation, stockage de la levure commerciale, filtration, séchage, conditionnement et emballage et la conservation

❖ Etape 1 : Ensemencement

La base de tous les produits dérivés de la levure LESAFFRE est la culture d'une souche pure de *Saccharomyces cerevisiae* non génétiquement modifiée. Chaque mois la société reçoit deux types de souches : le type L20 est désigné à la levure fraîche et le L13 pour la levure sèche. Chacune des deux souches est ensemencée, à un niveau incliné, dans des tubes (30 tubes chaque souche) contenant un milieu nutritif solide d'agar spécifique à la croissance des levures qu'on appelle YM (Yeast Molds), et cela se fait dans des conditions stériles et aseptiques afin d'écartier tout risque de contamination.

Le contenu des tubes est transvasé dans un petit icône de 250mL appelé « Van Lear » qui contient un milieu nutritif très riche en sucre, d'extrait de levure, de minéraux et de vitamines, passe à l'inoculation dans une grande icône de 7 litres appelé « Carlsberg » qui permettra une favorisant une première multiplication des cellules. Après multiplication à 30 °C (t=8h), on deuxième multiplication de la levure pendant une durée de 8 h.

Puis il y a passage à une cuve de 800 litres, dont sera lieu le premier contact avec la mélasse qui s'étale entre 10h et 12h ; cette cuve contient à part la mélasse : l'urée, l'eau sulfate d'ammonium, mono-ammonium phosphate, l'azote et elle est équipée d'un système d'aération et d'agitation.

❖ Etape 2 : Pré fermentation

Le contenu de la cuve de 800 litres est versé dans une autre cuve dite « pré fermenteur » alimentée en éléments nutritifs de façon continu avec un débit réglé selon les besoins (même nutriments de la cuve de 800 litres).

❖ Etape 3 : Fermentation

A la fin de pré fermentation, on obtient un moût qui servira à ensemencer un fermenteur plus grand contenant un milieu nutritif bien spécifique. Après 16 à 18 h de fermentation, on obtient la levure mère qui va subir une séparation pour obtenir une crème qui va encore servir à l'ensemencement d'autres fermenteurs plus grands, pour donner la levure commerciale.

❖ Etape 4 : Séparation

La séparation est réalisée en deux étapes de la chaîne de production : après l'obtention de la levure mère (LM) et de la levure commerciale (LC).

A la sortie des fermenteurs, le moût obtenu contient les cellules de la levure et une solution liquide qui représente le reste du milieu nutritif; Ces déchets sont éliminés par l'utilisation des séparateurs (figure 2) qui fonctionnent par centrifugation; après la séparation on obtient :

- Un liquide dense appelé **crème** contenant les cellules de la levure.
- Un liquide léger : c'est le **moût délevuré** qui est rejeté dans les égouts



Figure 2: Séparateur

❖ Etape 5 : Stockage de la levure commerciale

La crème obtenue est acidifiée par l'acide sulfurique à pH=2 pour éviter toute contamination, puis stockée à 4 °C afin de ralentir le métabolisme cellulaire (la cuve de stockage contient seulement les cellules de levure et de l'eau).

❖ Etape 6 : Filtration

Puisque l'eau facilite l'altération par les micro-organismes, il existe une étape de filtration qui consiste à éliminer l'eau présente dans la levure pour la préserver de toute contamination possible.

Cela se fait par un filtre qui possède une couche filtrante d'amidon (couche perméable à l'eau et non aux cellules de la levure) qui permet de ne pas laisser pénétrer que l'eau qui est aspirée par des pompes à vides bien spécifiques

Après le nettoyage de l'amidon, la levure étalée sur la surface du filtre est enlevée par un couteau racleur et tombe dans une trémie pour aller au malaxeur et puis à l'emballage.

❖ Etape 7 : Séchage

Il consiste à éliminer l'eau contenue dans la levure râpée obtenue après filtration.

A l'aide d'une grille de porosité connue, la levure est devenue sous forme de vermicelle, puis pour enlever la quantité maximale d'eau elle est transférée, par une conduite vibratoire, à des sècheurs à lit fluidisée. A cette étape on distingue deux types de levure sèche traitée différemment :

- **SPH** : nécessite un séchage à 45 °C pour environ 4 heures pour une quantité de 400 kg.
- **SPI** : nécessite une durée de séchage réduite, environ 20min pour une quantité de 100 kg avec une température de 100 °C.

❖ Etape 8 : Conditionnement et emballage

- **Pour la levure fraîche**

La levure fraîche est emballée grâce à une machine spéciale appelée «Boudineuse » constituée à la fois, d'un malaxeur, et d'une enveloppeuse.

Le gâteau obtenu après filtration est envoyé à la boudineuse pour obtenir un produit fini sous forme de boudins de 500 g qui seront emballés avec du papier paraffiné, puis encartonnées par des ouvriers (cartons de 20 unités), ensuite passent par une balance pour vérifier le poids,

et à la fin de ce processus les paquets de levure sont envoyés vers une chambre froide pour la conserver à 4 °C avant sa sortie au marché

NB: Les cartons de levure sont disposés sur des palettes de manière à garder du vide entre eux pour faciliter la circulation d'air froid.

- **Pour la levure sèche**

Après séchage, la levure passe dans des appareils de conditionnement spécifiques qui aspirent l'air (Oxygène) des paquets pour une conservation de longue durée, dont le conditionnement s'effectue selon deux types :

a) **Emballage sous vide pour la SPI :**

Dans des sachets d'aluminium de 500 g et 125 g (Rafiaa) ou 500 g (Nevada). Pour 10 g (Rafiaa) elle est emballée sous azote

b) **Emballage sous air pour la SPH :**

Dans des sachets d'aluminium de 50 g et 500 g (Jaouda). Dans des boîtes métalliques de 500 g spécifiques aux Forces de l'Armée Royale .

❖ **Etape 9 : Conservation**

Pour la levure fraîche, le stockage se fait dans une chambre froide à une température de 4 °C.

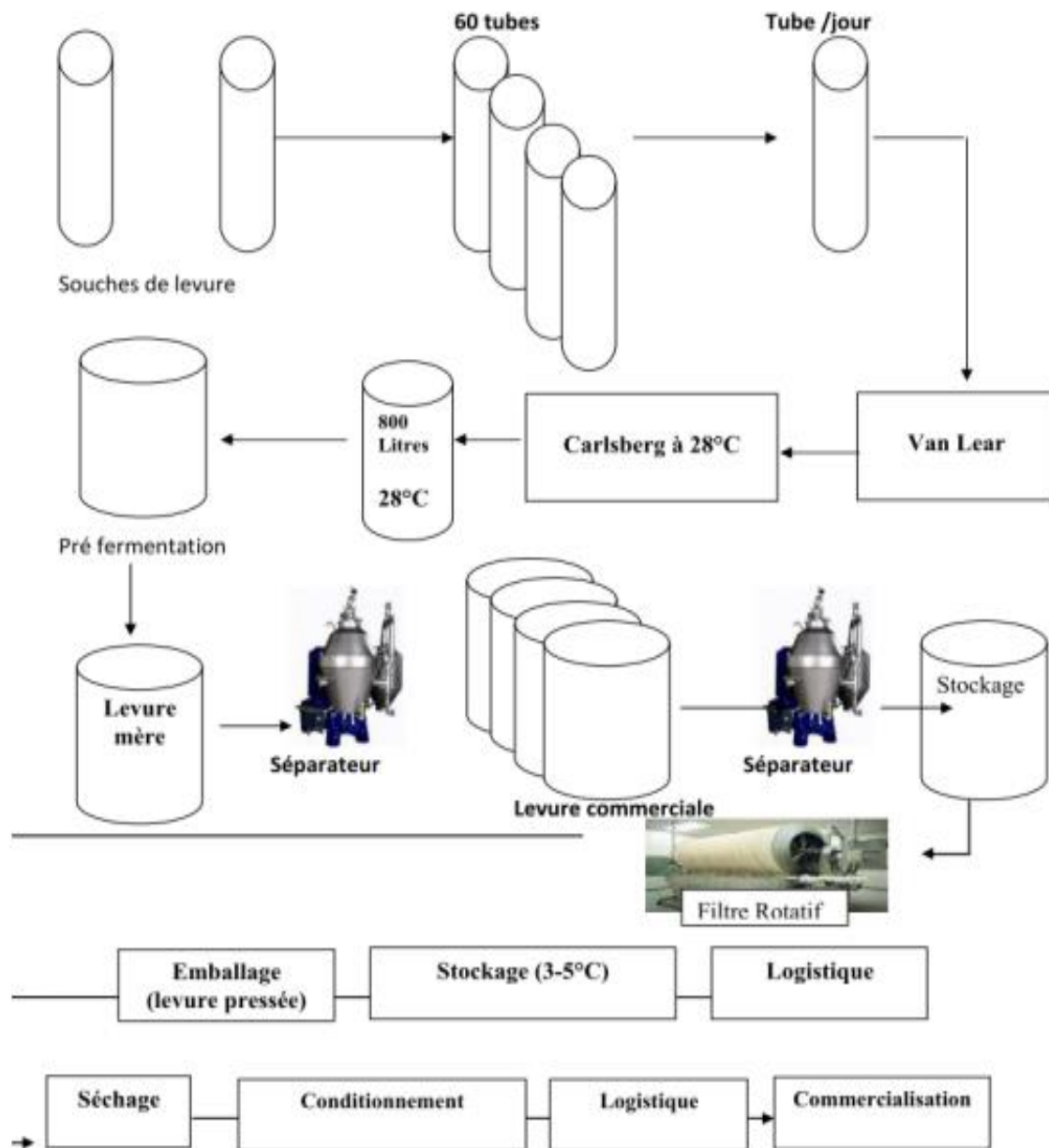


Figure 3 : Les différentes étapes de production de la levure de boulangerie

4. Développement de la levure

Pour son développement, la levure de boulanger a besoin de composés carbonés source de carbone et d'énergie, de composés azotés réduits sous forme d'ammonium. D'éléments minéraux variés, vitamines et facteurs de croissance.

La levure a la particularité de pouvoir vivre en présence ou en absence d'air: ces deux processus énergétiques sont la respiration et la fermentation. Elle se nourrit de glucose et de fructose (sucres simples).

En présence d'air (aérobiose) ou milieu aérobie

La levure respire : elle dégrade les sucres simples (en C6) présents dans son milieu de vie, par un métabolisme oxydatif qui conduit à la formation d'eau, de gaz carbonique et une grande quantité d'énergie (vie, croissance et multiplication), selon la réaction:



Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules une importante multiplication

En absence d'air (anaérobiose) ou milieu anaérobie

Grâce aux enzymes (les zymases), la levure fermente. Les enzymes dégradent les sucres simples (en C6) présents dans son milieu de vie, par un métabolisme fermentatif qui conduit à la formation de gaz carbonique, d'alcool et un peu moins d'énergie. Ce métabolisme fermentatif moins énergétique que le métabolisme oxydatif, affecte la multiplication cellulaire mais à l'avantage de permettre à la levure de survivre même en anaérobiose.



CHAPITRE 2 :

Les technologies de traitement d'eau

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

I- Généralités sur l'eau

1. Définition

L'eau est un composé chimique simple, liquide entre 0 et 100 °C, l'eau est gazeuse au-dessus de 100 °C et solide en dessous de 0 °C. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène.

L'eau est essentielle pour tous les organismes vivants connus. C'est le milieu de vie de la plupart des êtres vivants. C'est notamment un solvant efficace pour beaucoup de corps solides trouvés sur Terre.

2. Composition chimique d'une eau

L'eau contient des gaz dissous essentiellement de l'oxygène et du gaz carbonique mais aussi de l'azote ou encore du méthane. Tous n'ont pas la même solubilité dans l'eau et celle-ci décroît quand la température augmente. Elle contient aussi, sous forme dissoute ou en suspension, des substances minérales et organiques. Les substances minérales sont limitées à une centaine de composés, les substances organiques sont innombrables et leur identification individuelle très difficile.

❖ Matières minérales

L'eau contient beaucoup d'ions dissous dont les principaux sont le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), les carbonates (CO_3^{2-}), les bicarbonates (HCO_3^-), les sulfates (SO_4^{2-}), les chlorures (Cl^-) et les nitrates (NO_3^-).

En moins grande concentration, l'eau contient aussi des éléments nutritifs, que sont l'azote, le phosphore et la silice, mais aussi le fer et le manganèse. D'autres éléments ne sont présents qu'à l'état de trace, comme l'arsenic, le cuivre, le cadmium, le manganèse, le fer, le zinc, le cobalt, le plomb.

❖ Matières organiques

Les matières organiques peuvent être présentes sous forme dissoute (carbohydrates, acides humiques, pigments et composés d'origine artificielle comme les hydrocarbures, les solvants chlorés, ou les pesticides), ou en suspension (déchets végétaux, plancton).

3. Les types d'eaux

Pour les types d'eaux on a plusieurs, 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 convenable à la consommation humaine ou utilisée à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé.
- **Eau minérale naturelle:** Est une appellation qui désigne une catégorie d'eau vendue en bouteille. Elle est définie par un certain nombre de caractéristiques selon les réglementations. De manière générale une eau minérale naturelle doit avoir une origine souterraine ou géologique et une composition chimique stable, et ne doit subir aucun traitement chimique.
- **Eau dure:** Une eau dure est une eau qui contient beaucoup de sels dissous, en particulier des sels de calcium (le bicarbonate de calcium pouvant se transformer en calcaire) et de magnésium; c'est pourquoi la dureté d'une eau est mesurée par sa teneur en calcium et magnésium.
- **Eau distillée:** Est une eau qui a subi une distillation. C'est donc une eau libérée de tous ses minéraux et de ses microorganismes.
- **Eau purifiée:** Est une eau issue d'un traitement physique destiné à supprimer les impuretés.
- **Eau douce:** Est généralement caractérisée comme ayant de faibles concentrations en solution des sels et d'autres solides dissous totaux.

II- Procédé générale de traitement d'eau

1. Rôle et effet des équipements sur l'eau

a) Osmoseur

L'osmoseur est un dispositif permettant de produire de l'eau considérée comme pure selon le principe de l'osmose inverse ce dernier est un système de purification de l'eau contenant des matières en solution par un système de filtrage très fin qui ne laisse passer que les molécules d'eau. En plus il débarrasse l'eau de la majeure partie des solutés tels que le chlore, les sulfates, les phosphates.

b) Osmose inverse

En clair, l'osmose inverse est un procédé physique naturel qui permet d'extraire de l'eau du réseau non seulement les éléments solides en suspension, les matières organiques dissoutes, mais aussi les substances non ioniques, telles que les bactéries, les virus, les pesticides et de manière générale toutes les macromolécules.

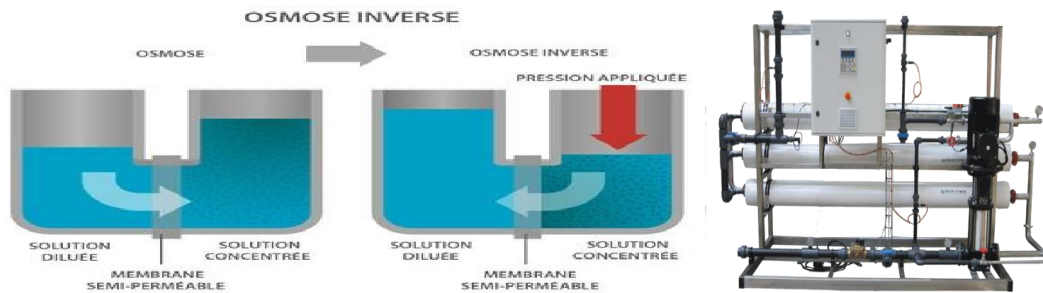


Figure 4 : Principe de l'osmose et de l'osmose inverse

c) Adoucisseur

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 solution dans l'eau. Il existe deux types d'adoucisseurs principaux selon les techniques utilisées on a: Adoucisseur à résine, adoucisseur au CO₂.

Dans la société de LESAFFRE Maroc ils sont utilisés seulement l'adoucisseur à résine.

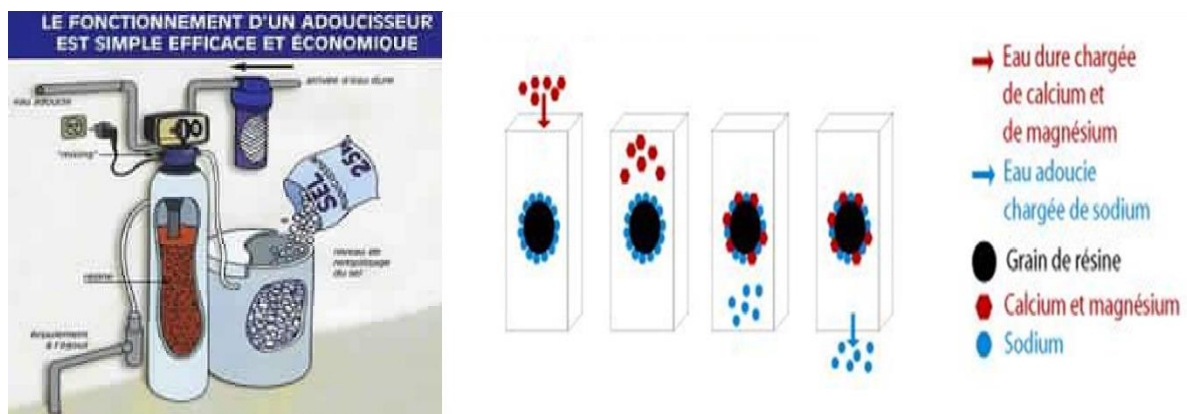


Figure 5 : Principe et fonctionnement d'un adoucisseur

❖ Fonctionnement d'un adoucisseur à résine

Un adoucisseur à résine fonctionne grâce à une résine sur laquelle sont fixés des ions sodium (Na⁺). Les ions calcium (Ca²⁺) et magnésium (Mg²⁺) de l'eau dure sont échangés lors de leur passage sur la résine par des ions Na⁺. Lorsque tous les ions Na⁺ de la résine sont consommés, il faut régénérer l'adoucisseur. On lui apporte alors une solution saturée en sel (chlorure de sodium NaCl) riche en ions Na⁺. De leur côté, les ions calcium (Ca²⁺) et magnésium (Mg²⁺) sont évacués à l'égout avec les eaux de rinçage.

d) Filtre

Corps poreux ou appareil à travers lequel on fait passer un fluide pour le débarrasser des matières qui s'y trouvent en suspension ou pour l'extraire de matières solides ou pâteuses

auxquelles il est mélangé.

e) **Charbonactif**

Le charbon actif, encore connu comme charbon activé ou charbon végétal activé, est une forme de carbone traité pour le rendre très poreux. On le trouve sous la forme de poudre ou de granulés de faible volume, criblé de pores pour augmenter et obtenir une très grande surface disponible pour l'adsorption ou assimilation par réactions chimiques.

f) **Pompe**

Appareil destiné à faire circuler un fluide (en général un liquide) en l'aspirant, le refoulant ou en le comprimant.



Figure 6 : Pompe

g) **Echangeur de chaleur**

Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger. Le flux thermique traverse la surface d'échange qui sépare les fluides. La plupart du temps, on utilise cette méthode pour refroidir ou réchauffer un liquide ou un gaz qu'il est impossible ou difficile de refroidir ou chauffer directement.

L'échangeur de chaleur le plus commun est celui à plaque qui connaît un usage croissant dans l'industrie 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.

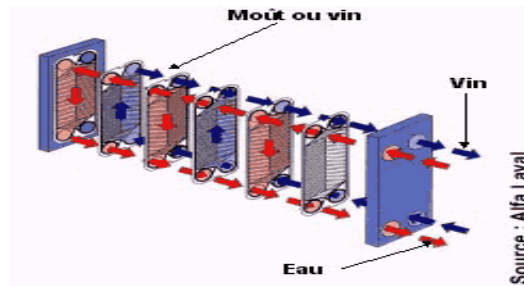
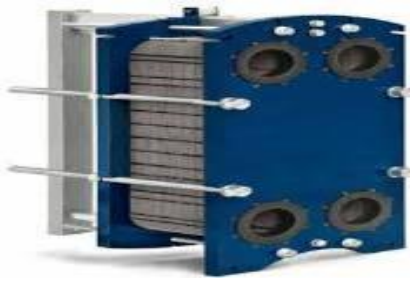


Figure 7 : Schéma d'un échangeur à plaque

Il existe plusieurs types d'échangeurs mais la société LESAFFRE Maroc, utilise seulement les échangeurs à plaque, car ces derniers possèdent plusieurs avantages : La 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. 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.

h) Tours de refroidissement

Les tours de refroidissement ou les 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 d'un échangeur de chaleur 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.



Figure 8: Tours de refroidissement

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...) qui s'accompagnent généralement d'émission de chaleur provenant du traitement de produits chauds, de condensations, de transformations en chaleur d'énergie mécanique ou de réactions exothermiques.

➤ **Principe et fonctionnement**

-L'eau à refroidir étant amenée par une conduite à une certaine hauteur dans la tour.

-L'évaporation d'une partie de l'eau en circulation permet d'évacuer la chaleur.

-Les ventilateurs assurent une circulation forcée de l'air de refroidissement.

-L'eau tombe par gravitation au fond de la tour sous forme de gouttelettes.

➤ Type des tours de refroidissement

Les circuits de refroidissement des eaux peuvent être, soit totalement fermés, soit ouverts:

✚ Tour de refroidissement à circuit fermé

Il s'agit généralement d'un échangeur de chaleur où le transfert thermique s'effectue par contact direct avec l'air ambiant.

Ces échangeurs permettent d'éviter la pollution du liquide à refroidir par les poussières présentes dans l'air de refroidissement.

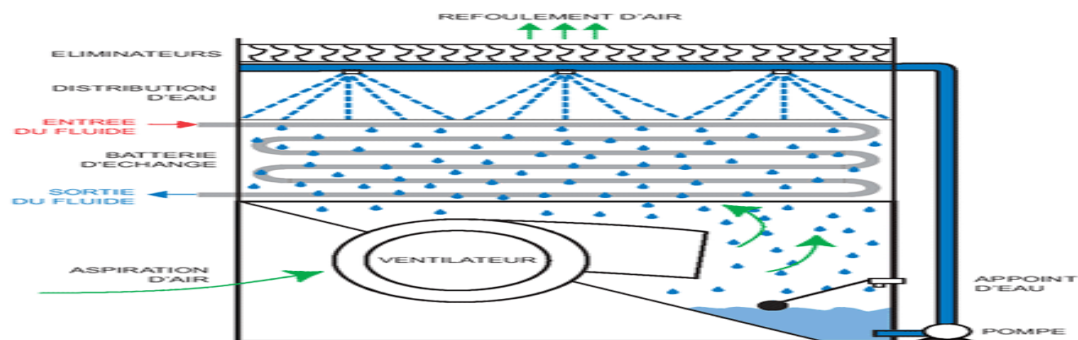


Figure 9: Tour à circuit fermé

✚ Tour de refroidissement à circuit ouvert

Les tours de refroidissement à circuit ouvert évacuent, dans l'atmosphère, la chaleur qui se dégage des systèmes refroidis par eau.

➤ Principe

L'eau chaude du processus est distribuée dans un système de surfaces de ruissellement (média de transfert de chaleur) pour entrer en contact avec l'air soufflé par un ventilateur à travers la tour de refroidissement. Au cours de ce refroidissement évaporatif, une petite partie de l'eau s'évapore en refroidissant l'eau de processus résiduelle.

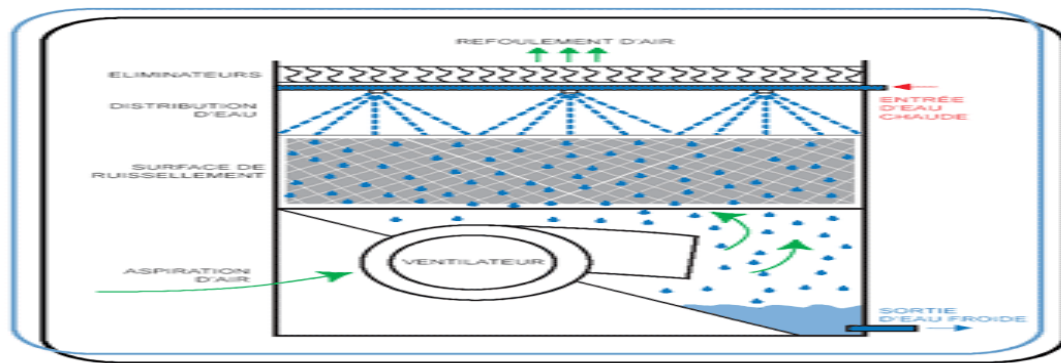


Figure 3. Tour ouverte

Figure 10 : Tour à circuit ouvert

i) Chaudières

Est un système permettant d'augmenter la température d'eau en vapeur afin de produire de l'énergie thermique. Cette vapeur est utilisée pour le fonctionnement des pompes de chargement, la propulsion, les turbo-alternateurs. Les chaudières sont aussi bien des systèmes industriels que domestiques.

L'eau chauffé doit être très pure et ne doit pas générée du calcaire. C'est pour cela qu'on utilise l'osmoseur puis l'adoucisseur qui produisent de l'eau pure à 99,99%.



Figure 11: Chaudière

j) Fermenteur

Un bioréacteur, appelé également fermenteur ou propagateur, est un appareil dans lequel on multiplie des micro-organismes (levures, bactéries, champignons microscopiques, algues, cellules animales et végétales) pour la production de biomasse ou pour la production d'un métabolite ou encore la bioconversion d'une molécule d'intérêt.

Le terme « fermentation » prend en compte aussi bien le métabolisme aérobie qu'anaérobie. Elle consiste à multiplier la biomasse de microorganismes vivants,

et éventuellement à utiliser son métabolisme.

Les bioréacteurs permettent la fabrication de nombreux produits:

- Bière, yaourts, additifs alimentaires, levure.
- Vaccins, antibiotiques, anticorps, vitamines, acides aminés.



Figure 12 : Fermenteur

2. Le circuit de l'eau à LESAFFRE Maroc

a) Introduction

L'eau reçue par LESAFFRE est riche en calcaire (eau dure), elle contient un taux élevé en minéraux. Ces dernières sont principalement le calcium (Ca^{2+}) et le magnésium (Mg^{2+}) qui ont un rapport direct avec le degré de dureté de l'eau.

L'utilisation de l'eau pour le refroidissement nécessite un minimum de précaution pour limiter la dégradation des appareils. Le Ca^{2+} et le Mg^{2+} présents dans l'eau dure peuvent obstruer les tuyaux, ils détériorent les canalisations, la robinetterie, la chaudière, les tours de refroidissement et les échangeurs. Ils réduisent considérablement la longévité des installations et augmentent d'une façon importante la consommation d'énergie.

Afin de sécuriser les installations industrielles on doit procéder à une station de traitement des eaux, pour cet objectif l'opération de production d'eau osmosée se fait à l'aide d'un osmoseur selon le principe de l'osmose inverse qui débarrasse l'eau de la majeure partie de ses solutés tels que le calcium et le magnésium qui sont responsables du dépôt de calcaires au niveau de la chaudière et des échangeurs thermiques.

b) Circuit d'eau traitée

Dans le but de satisfaire les besoins des ateliers de production de la levure en eau traitée, l'usine dispose d'une station de traitement d'eau qui produit deux types d'eaux: Eau osmosée, Eau adoucie.

L'eau reçue de la RADEF par LESAFFRE Maroc, passe par un filtre de porosité de 25 µm pour éliminer les matières en suspension, est traitée par le charbon actif dont le but d'éliminer les traces du chlore libre dissout grâce à son pouvoir d'adsorption, passant ensuite par des filtres de diamètres de 10 µm et 1 µm pour clarifier l'eau. La station est alimentée par un correcteur du pH remplie d'acide sulfurique pour avoir une eau à pH neutre. L'injection se fait automatiquement. L'eau pré-traitée, passe par un osmoseur de type spiral, qui subit le phénomène d'osmose inverse. Dans le but de produire une eau purifiée et un rejet chargé mené vers les égouts. L'eau osmosée est stockée dans un bac qui alimente d'une part, les tours pour le refroidissement des cuves de fermentations. Cette eau est aspirée par des pompes centrifuges vers les échangeurs à plaques selon le besoin. Lorsque la température du fermenteur atteint 35°C, une électrovanne se déclenche automatiquement permettant à la pompe d'aspirer le moût du fermenteur vers l'échangeur à plaques pour le refroidir, Le moût refroidi revient vers les fermenteurs.

D'autre part, il alimente l'adoucisseur pour vérifier l'élimination complète des Mg^{2+} et Ca^{2+} qui sont responsable du tartre dans l'installation, l'eau est stockée dans le bac d'eau adoucie (BAD), alimentaire de la chaudière responsable de la production de vapeur utilisée dans le procédé de fabrication de la levure.

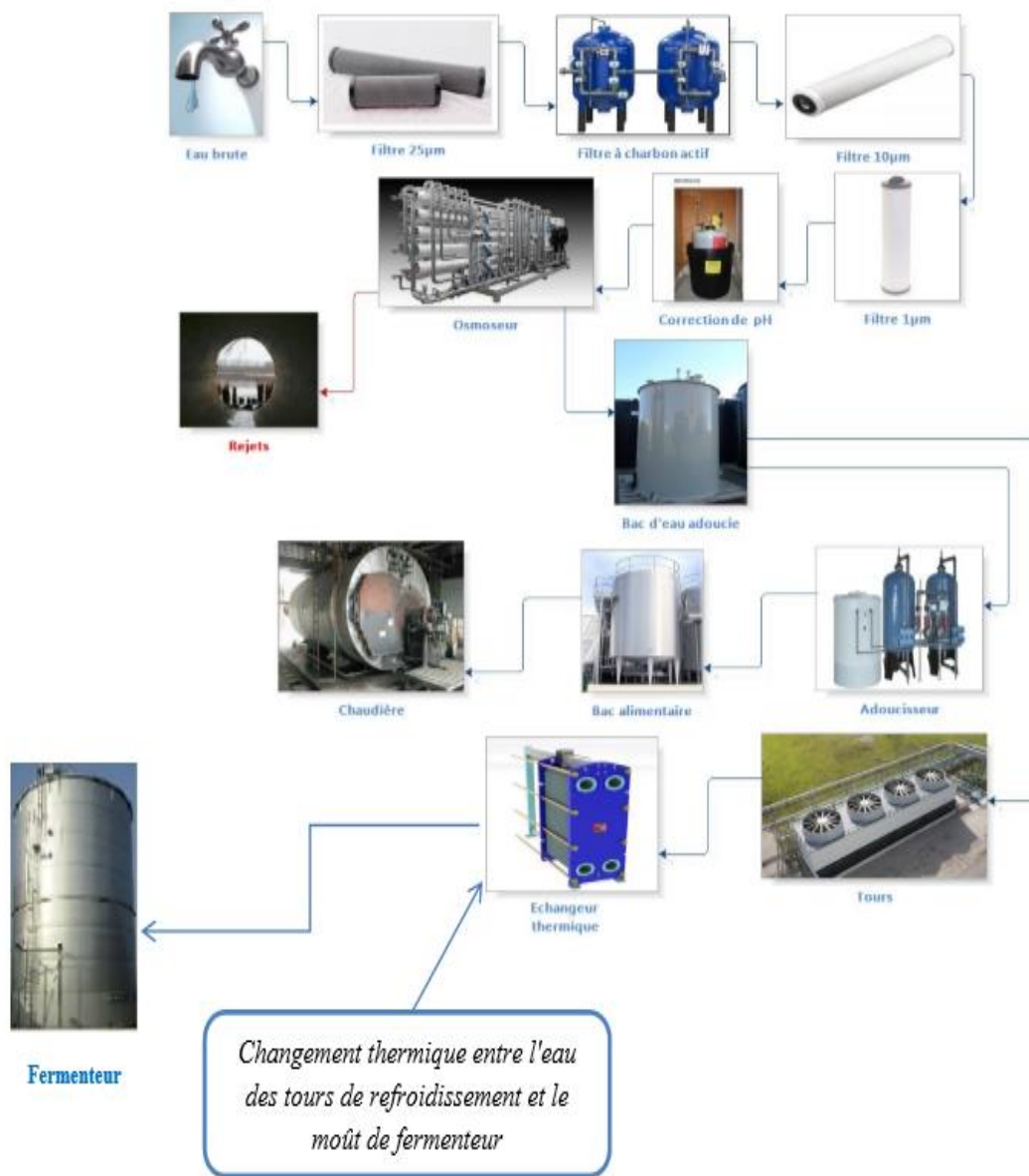


Figure13 : schéma de circuit de l'eau traitée

III- Les analyses physico-chimiques et microbiologiques

1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques font appel à des techniques d'analyses très variées fondées sur les propriétés intrinsèques des molécules ou des atomes recherchés (spectrométrie, chromatographie...), ou encore sur leur aptitude à réagir avec des réactifs

particuliers (dosages complexométriques ou d'oxydoréductions).

a) Titre hydrotimétrique total:THT

Le degré hydrotimétrique total ou titre hydrotimétrique totale ou dureté totale d'eau est un indicateur de la minéralisation de l'eau. Il correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Il est surtout proportionnel à la concentration en calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) auxquels s'ajoutent quelquefois les concentrations en fer, aluminium, manganèse et strontium. Le degré hydrotimétrique s'exprime en degré français (°F).

Un degré français correspond à la dureté d'une solution contenant 10 mg/L de CaCO_3 . Un °F équivaut à 4 mg de calcium par litre et 2.4 mg de magnésium par litre.

Dans la nature il existe plusieurs types d'eaux, suivant sa composition chimique qui induit son origine ou son usage, le tableau ci-dessous va montrer l'influence des valeurs de TH sur l'eau.

TH(°F)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	Sup à 42
Eau	Très douce	Douce	Moyennement dure	Dure	Très dure

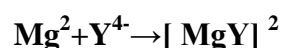
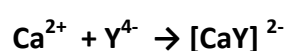
Tableau 1: Valeurs du titre hydrotimétrique

- **Principe**

La dureté se détermine par un dosage complexométrique par L'EDTA (acide éthylène diamine tétra-acétique) en milieu basique. Vers $\text{pH} = 10$, on dose simultanément les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} en présence d'un indicateur coloré le Noir Eriochrome.

L'anion Y^{4-} , provenant de l'EDTA, est un ion complexe qui donne, avec de nombreux cations, des composés stables.

Les réactions de complexation s'écrivent:



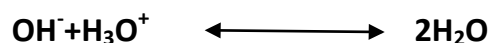
b) Titre Alcalimétrique Complet:TAC

Le titre alcalimétrique complet est la grandeur utilisée pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates d'une eau. Ce type de mesure en degré français (°F): 1°F équivaut à 3.4 mg/L d'ion hydroxyde (OH⁻) ou à 6 mg/L d'ion carbonate (CO₃²⁻), ou encore à 12.2 mg/L d'ions hydrogénocarbonate (HCO₃⁻).

- **Principe**

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 chlorhydrique HCl (0,1 N) en présence d'un indicateur coloré l'Orange de méthyle.

Le dosage volumétrique par l'acide chlorhydrique donne les réactions suivantes:



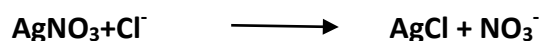
c) L'ion chlorure: Cl⁻

L'eau contient toujours des chlorures, mais en proportion très variable. Le chlorure est un sel non toxique très répandu dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂).

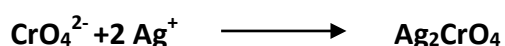
- **Principe**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent (Ag NO₃) en présence d'un indicateur coloré chromate de potassium (K₂CrO₄), la fin de la réaction est indiquée par l'apparition du teint rouge caractéristique du chromate d'argent (Ag₂CrO₄).

L'argent présent dans la solution titrée forme avec le chlorure un précipité blanc selon l'équation:



Lorsque tous les chlorures présents dans la solution sont épuisés, l'argent se combine avec le chromate de potassium pour former un précipité de couleur rouge brique selon l'équation:



d) Conductivité

La conductivité électrique mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Cette mesure est fonction de la concentration totale en ions, de leur mobilité, de leur valence, de leur concentration relative et de la température. D'ailleurs, plus l'eau contient des ions, plus sa capacité à conduire le courant est importante et plus sa conductivité est grande.

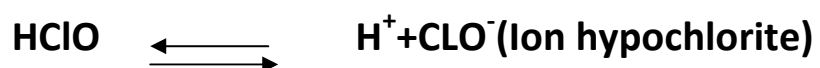
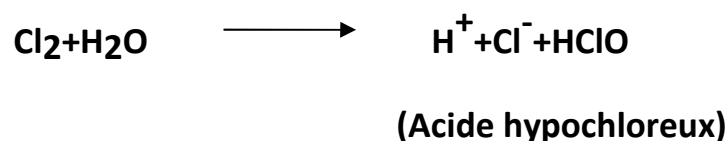
e) Potentiel hydrogène :pH

Le pH, qui est l'abréviation de potentiel hydrogène, est un paramètre servant à définir si un milieu est acide ou basique et il est en fonction de l'activité des ions d'hydrogène H^+ présents dans cette eau.

Le pH varie entre 0 et 14; 7 étant le pH correspondant à la neutralité. Une eau est d'autant acide que son pH est plus près de 0 (inférieur à 7) cela s'explique que le milieu acide présente une forte concentration en ions oxonium H_3O^+ qui proviennent de la fixation d'un proton H^+ sur une molécule d'eau, et d'autant alcaline que son pH est plus près de 14 (supérieur à 7) cela indique que le milieu basique se caractérise par la présence d'ions hydroxydes HO^- qui résultent de la perte d'un proton H^+ par une molécule d'eau. La mesure du pH 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 une fonction linéaire du pH de celle-ci.

f) Chlore

Le chlore est l'un des produits couramment utilisés pour la désinfection de l'eau destinée à la consommation humaine. Il permet d'éliminer de façon efficace bactéries, microbes, virus et autres micro-organismes responsables des maladies graves telles que la dysenterie, le choléra ou la typhoïde. Sa réaction d'équilibre de base est:



La concentration en chlore peut être exprimée en chlore libre, chlore actif, chlore total.

❖ **Chlore actif:** Le chlore actif tue ou rend inactifs de manière extrêmement fiable 99 % des micro-organismes pathogènes présents dans l'eau et permet d'éviter une éventuelle contamination. On peut exprimer le chlore actif par la relation suivante:

$$\text{Chlore Actif} = \text{Chlore total} - \text{Chlore libre}$$

❖ **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.

❖ **Chlore total:** C'est la quantité générale de chlore dans l'eau (avant transformation) C'est le potentiel de désinfection du chlore.

On peut exprimer le chlore total par la relation suivante:

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

2. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques permettent de mettre en évidence et de quantifier les germes ou les micro-organismes. Il est important de connaître la charge microbienne d'une eau ou d'un aliment. En effet, la présence des micro-organismes dans une eau non désinfectée est fréquente. Cependant, certains sont dangereux car ils sont à l'origine de maladies pour l'Homme. La recherche de ces micro-organismes étant complexe et onéreuse, la qualité de l'eau est contrôlée par la mise en évidence d'indicateurs d'hygiène tels que l'Escherichia Coli, les entérocoques.

a) Bactérie totale :BT

Les bactéries totales c'est l'ensemble de germes (levures, bactéries, moisissures) capables de se multiplier en présence d'oxygène et dans des conditions moyennes de température environ 30°C. De plus c'est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant une Colonie) présentes dans un produit ou sur une surface.

b) Coliformes totaux :CT

Les coliformes totaux font partie de la famille des entérobactéries vivant notamment dans l'intestin des humains et des animaux, dont la température optimale de développement est de 30°C à 37°C. De plus ils comprennent toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives qui fermentent le lactose dans un milieu de culture liquide et produit un gaz dans un délai de 24 heures. Ces germes se rencontrent également très souvent dans le milieu

extérieur et l'environnement de façon générale.

Les coliformes totaux sont donc utilisés comme germes indicateurs d'hygiène, indices du bon respect des conditions de fabrication. Leur présence peut faire suspecter la présence de germes pathogènes ayant une origine identique.

c) Méthode de dénombrement des micro-organismes en milieu liquide

On a souvent besoin lors des manipulations ou d'expériences microbiologiques d'utiliser la méthode de dénombrement des micro-organismes qui est une technique qui a pour but d'évaluer le niveau de contamination. Il existe plusieurs méthodes ou techniques possibles de dénombrement: Dénombrement avec les écouvillons, dénombrement par mesure de L'ATP-métrie, dénombrement avec une boîte de contact Rodac. LESAFFRE Maroc utilise la méthode de dénombrement avec une boîte de contact.

- Dénombrement avec une boîte de contact Rodac

Les boîtes Rodac sont des boîtes de Pétri prêtes à l'emploi, avec un milieu gélosé PCA (Plate Count Agar), ce dernier est un milieu nutritif sans inhibiteurs utilisé pour le dénombrement des microorganismes aérobies, dont l'intérêt est de favoriser la croissance et le développement de tous les micro-organismes qu'on y a déposés. Les boîtes Rodac couvrent la surface de 20 cm², ils sont directement mis à étuver à la température correspondante du germe recherché pendant une durée déterminée, puis le nombre de colonies observables est compté.

• Manipulation

Au cours de la manipulation les 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 homogénéise bien l'échantillon à l'aide d'un vortex, On réalise des dilutions successives à partir de la solution mère de telle façon que nous puissions obtenir le nombre le plus favorable de colonies (entre 30 et 300 colonies), On prend une nouvelle pipette stérilisée et à partir de la dernière dilution, on prélève 1 ml de dilution qui sera réparti en goutte au fond de la boîte correspondante. 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 des deux types des microorganismes, ce qui diffère par les

deux paramètres suivants:

- Pour la recherche des bactéries totales, on a utilisé le milieu de culture la Gélose Nutritive Glucosé (GNG), par contre les coliformes totaux utilisent le désoxycholate.
- Pour la recherche des bactéries totales, on a utilisé le temps d'incubation qui est de 72 heures, par contre les coliformes totaux utilisent 24heure

Pour assurer des bonnes conditions d'asepsie au cours de la manipulation à fin d'éviter toute contamination:

- On stérilise bien le matériel (pipettes, boîtes de Pétri...), et les milieux en utilisant l'autoclave ($T = 121^{\circ}\text{C}$ pendant 20 minutes et avec une pression de l'ordre de 1 bar) et l'étuve ($T = 105^{\circ}\text{C}$).
- On nettoie la paillasse avec du détergent puis avec de l'Alcool.
- On lave les mains et on les désinfecte avec de l'Alcool.

CHAPITRE 3:

Exploitation des résultats

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

Durant ce stage, on a prélevé 15 échantillons des différentes 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 effectués 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 α 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

	Analyses phisico-chimique								Analyses bactériologique	
	THT	TAC	Cl-	Ph	CD	Cl totale	Cl libre	Cl actif	CT	BT
Ech1 avant	35	30	184	7,71	1097	0,5	0,09	0,41	0	10
éch 2 avant	37	32	197	7,82	1113	0,5	0,19	0,31	1	0
éch 3 avant	38	31	198	7,67	1113	0,5	0,18	0,32	1	20
éch 4 avant	35	33	184	7,41	1111	0,5	0,19	0,31	3	100
éch 5 avant	38	32	197	7,77	1098	0,5	0	0,5	0	0
éch 6 avant	35	30	208	7,62	1113	0,5	0	0,5	0	90
éch 7 avant	39	31	197	7,81	1096	0,5	0,19	0,31	1	0
éch 8 avant	38	34	207	7,61	1099	0,5	0,08	0,42	0	0
éch 9 avant	37	32	199	7,71	1113	0,5	0,02	0,48	0	0
éch 10 avant	38	30	207	7,74	1111	0,5	0	0,5	0	40
éch 11 avant	35	30	184	7,69	1117	0,5	0,18	0,32	1	50
éch 12avant	37	25	201	7,63	1108	0,5	0,03	0,47	0	80
éch 13avant	38	35	201	7,43	1114	0,5	0,11	0,39	0	60
éch 14 avant	36	28	206	7,68	1108	0,5	0,28	0,22	4	0
éch 15 avant	33	30	201	7,61	1114	0,5	0,15	0,35	1	70
éch 1 après	34	28	222	7,78	1124	0,8	0,53	0,27	0	0
éch 2 après	33	27	231	7,9	1127	0,88	0,22	0,66	0	0
éch 3 après	33	30	211	7,97	1127	0,79	0,7	0,09	0	0
éch 4 après	35	25	243	7,79	1131	0,84	0,57	0,27	0	0
éch 5 après	32	33	222	7,78	1120	0,95	0,57	0,38	0	0
éch 6 après	31	28	221	7,84	1130	0,5	0,33	0,17	0	0
éch 7 après	34	25	231	8,01	1133	1	0,23	0,77	0	0
éch 8 après	33	30	234	7,95	1135	1,02	0,86	0,16	0	0
éch 9 après	35	27	220	8,02	1130	1,1	0,16	0,94	0	0
éch 10après	33	28	211	7,99	1134	1,1	1,08	0,02	0	0
éch 11 après	34	30	236	7,89	1128	1,03	0,97	0,06	0	0
éch 12après	32	28	220	7,93	1124	0,52	0,33	0,19	0	0
éch 13après	33	28	230	8	1131	0,37	0,26	0,11	0	0
éch 14après	33	30	223	7,92	1130	1,15	0,32	0,83	0	0
éch 15 après	34	29	230	7,88	1133	0,92	0,87	0,05	0	0

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

❖ **Matrice de corrélation :**

	THT	TAC	Cl-	pH	CD	Cl totale	Cl libre	Cl actif	CT	BT	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
THT	1	1.0000	0.4127	-0.5102	-0.5344	-0.7370	-0.4485	-0.5601	-0.4108	0.1971	0.2040
TAC	2	0.4127	1.0000	-0.5591	-0.5354	-0.2708	-0.3148	-0.2308	-0.3034	0.1419	0.1840
Cl-	3	-0.5102	-0.5591	1.0000	0.6541	0.4260	0.5648	0.4863	0.3868	-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	-0.2708	0.4260	0.6684	1.0000	0.3637	0.4638	0.1216	-0.1613	-0.1871
Cl totale	6	-0.4485	-0.3148	0.5648	0.5521	0.3637	1.0000	0.5253	0.3378	-0.3078	-0.3960
Cl libre	7	-0.5601	-0.2308	0.4863	0.5002	0.4638	0.5253	1.0000	4.7840e-02	-0.1729	-0.4276
Cl actif	8	-0.4108	-0.3034	0.3868	0.5044	0.1216	0.3378	4.7840e-02	1.0000	-0.4525	-0.2435
CT	9	0.1971	0.1419	-0.4172	-0.4240	-0.1613	-0.3078	-0.1729	-0.4525	1.0000	0.2733
BT	10	0.2040	0.1840	-0.4906	-0.7320	-0.1871	-0.3960	-0.4276	-0.2435	0.2733	1.0000

- Une corrélation négative avère entre la conductivité et THT.

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

❖ **La variabilité expliquée :**

	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**

Figure 14 : Pourcentages de variabilités expliquées

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

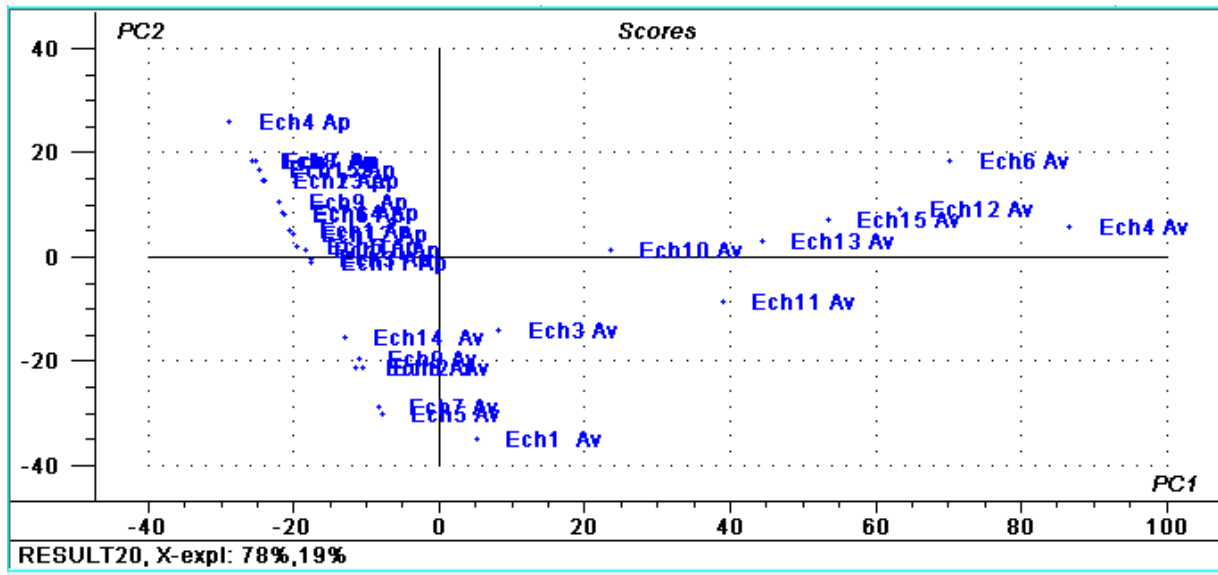


Figure15 : Représentation graphique des individus

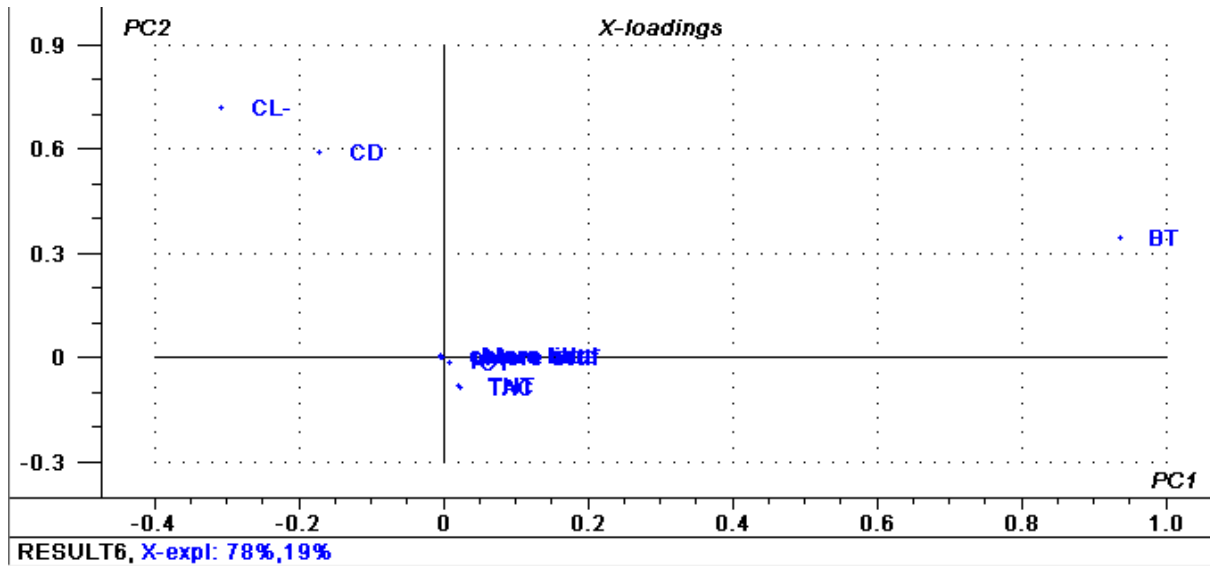


Figure16 : Représentation graphique des variables

-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.

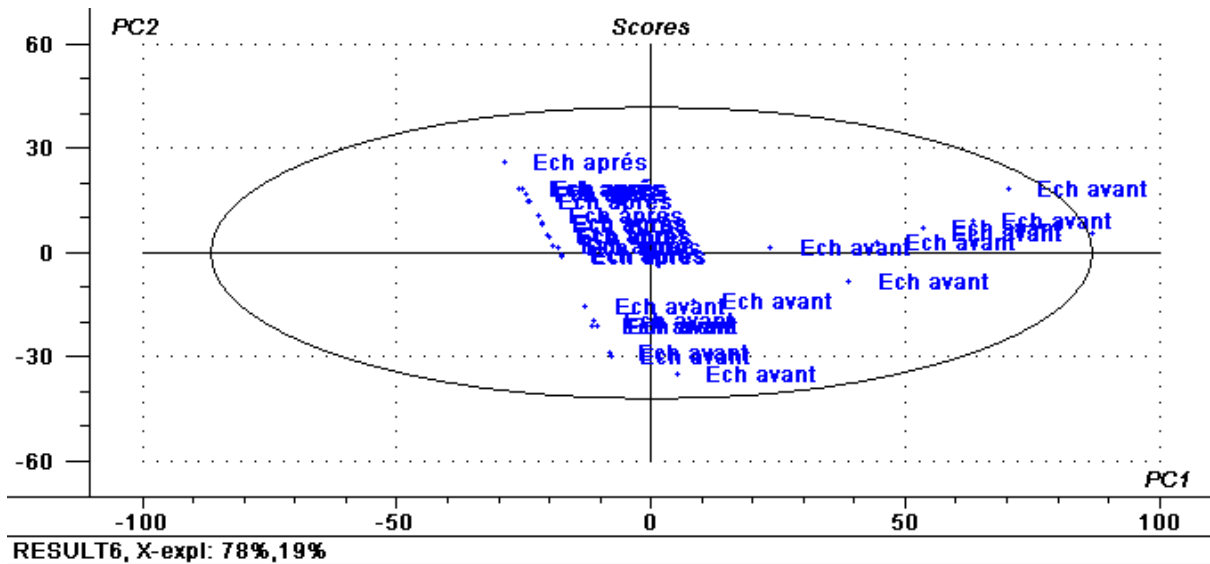


Figure17: Représentation graphique des points aberrants

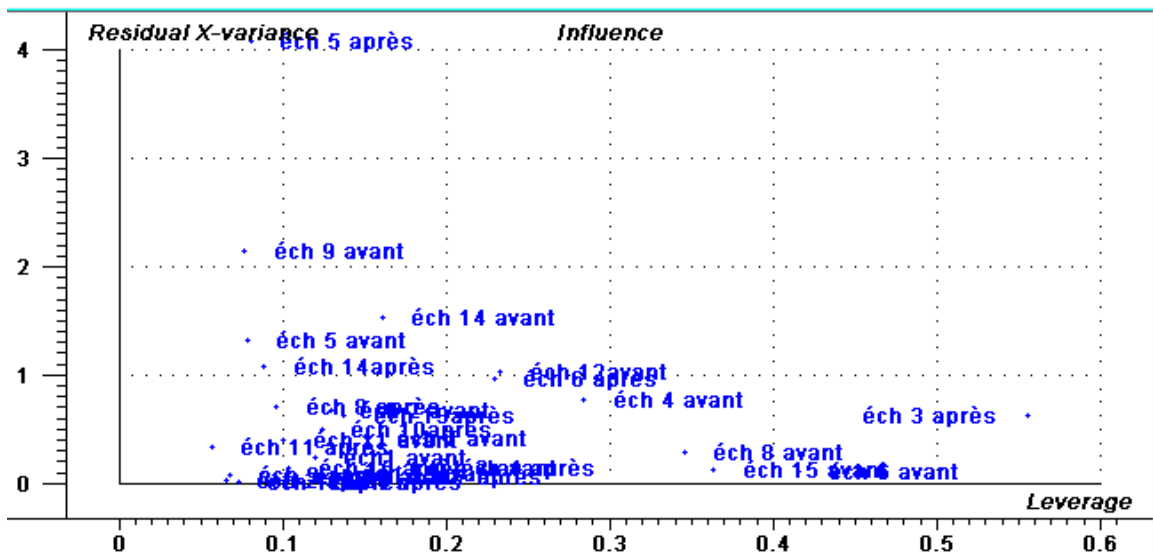


Figure18: Représentation graphique de la variance résiduelle

- Ces présentations nous montrent respectivement qu'il n'existe pas de point atypique puisqu'aucun échantillon n'est hors l'éclipse et qu'aucun échantillon n'a pas une variance résiduelle et un leverage grands.

2. Pour les pieds de cuves avant et après traitement

	Analyses physico-chimique								Analyses bactériologique	
	THT	TAC	Cl-	Ph	CD	Cl totale	Cl libre	Cl actif	CT	BT
Ech1 avant	30	28	202	7,26	1123	0,5	0,09	0,41	0	10
éch 2 avant	30	30	205	7,09	1114	0,5	0,19	0,31	1	0
éch 3 avant	35	37	197	9,19	1120	0,5	0,18	0,32	1	20
éch 4 avant	30	28	195	7,4	1112	0,5	0,19	0,31	3	100
éch 5 avant	30	32	210	7,06	1116	0,5	0	0,5	0	0
éch 6 avant	34	35	192	7,68	1093	0,5	0	0,5	0	90
éch 7 avant	35	32	197	7,41	1104	0,5	0,19	0,31	1	0
éch 8 avant	30	25	194	7,67	1157	0,5	0,08	0,42	0	0
éch 9 avant	38	32	201	7,2	1115	0,5	0,02	0,48	0	0
éch 10 avant	32	27	205	7,06	1120	0,5	0	0,5	0	40
éch 11 avant	33	27	196	7,05	1127	0,5	0,18	0,32	1	50
éch 12avant	35	25	210	7,7	1119	0,5	0,03	0,47	0	80
éch 13avant	33	30	213	7,26	1125	0,5	0,11	0,39	0	60
éch 14 avant	30	30	211	7,62	1148	0,5	0,28	0,22	4	0
éch 15 avant	30	28	201	7,26	1158	0,5	0,15	0,35	1	70
éch 1 après	35	34	219	8,11	1137	0,8	0,55	0,25	0	0
éch 2 après	35	34	209	8,15	1111	0,89	0,2	0,69	0	0
éch 3 après	40	32	254	8,21	1119	0,7	0,8	-0,1	0	0
éch 4 après	30,5	27	196	8,22	1117	0,84	0,58	0,26	0	6
éch 5 après	40	32,5	202	7,9	1126	0,97	0,58	0,39	0	5
éch 6 après	32,5	37,5	217	8,26	1146	0,32	0,87	-0,55	0	0
éch 7 après	37	37,5	227	8,19	1109	1,01	0,22	0,79	0	3
éch 8 après	37,5	35	211	8,47	1130	1,04	0,87	0,17	0	0
éch 9 après	35	34	214	8,46	1111	1,15	0,15	1	0	0
éch 10après	32,5	32	219	8,19	1109	1,15	1,03	0,12	0	0
éch 11 après	36	32,5	211	8,11	1114	1,03	0,91	0,12	0	0
éch 12après	35	36	209	8,22	1120	0,55	0,33	0,22	0	0
éch 13après	32	37	197	8,21	1119	0,39	0,24	0,15	0	0
éch 14après	33	37,5	214	8,15	1109	1,15	0,31	0,84	0	0
éch 15 après	35	35	215	8,11	1124	0,94	0,86	0,08	0	0

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

❖ **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.

❖ **La variabilité expliquée :**

	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**

Figure19: Pourcentages de variabilités expliquées

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

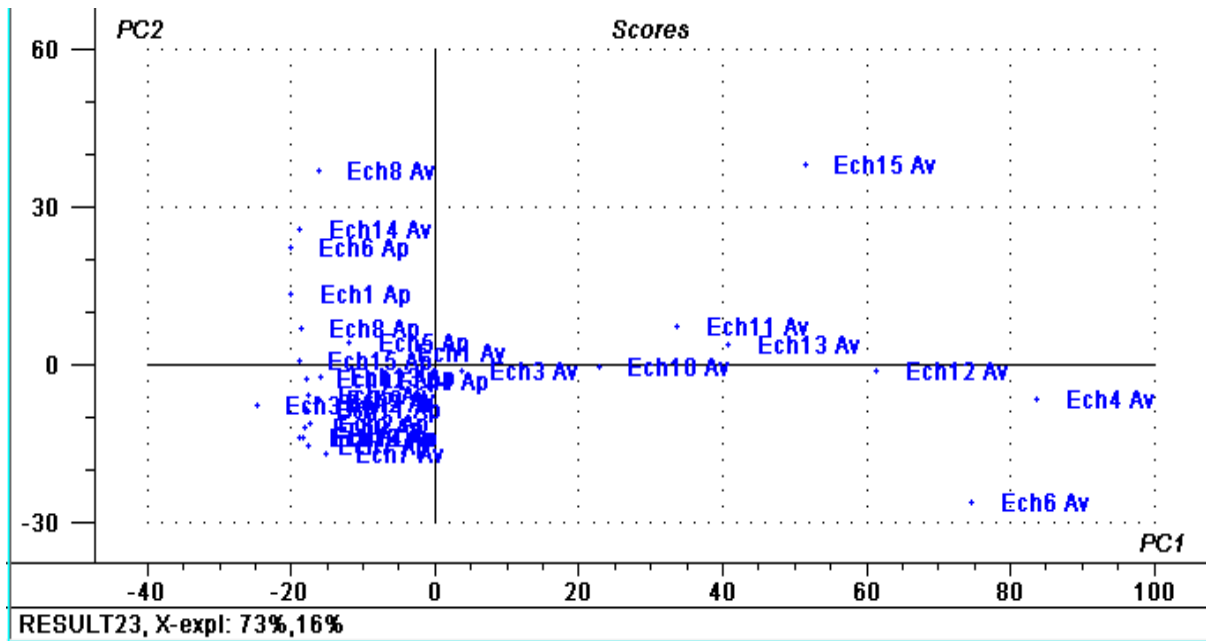


Figure20: Représentation graphique individus

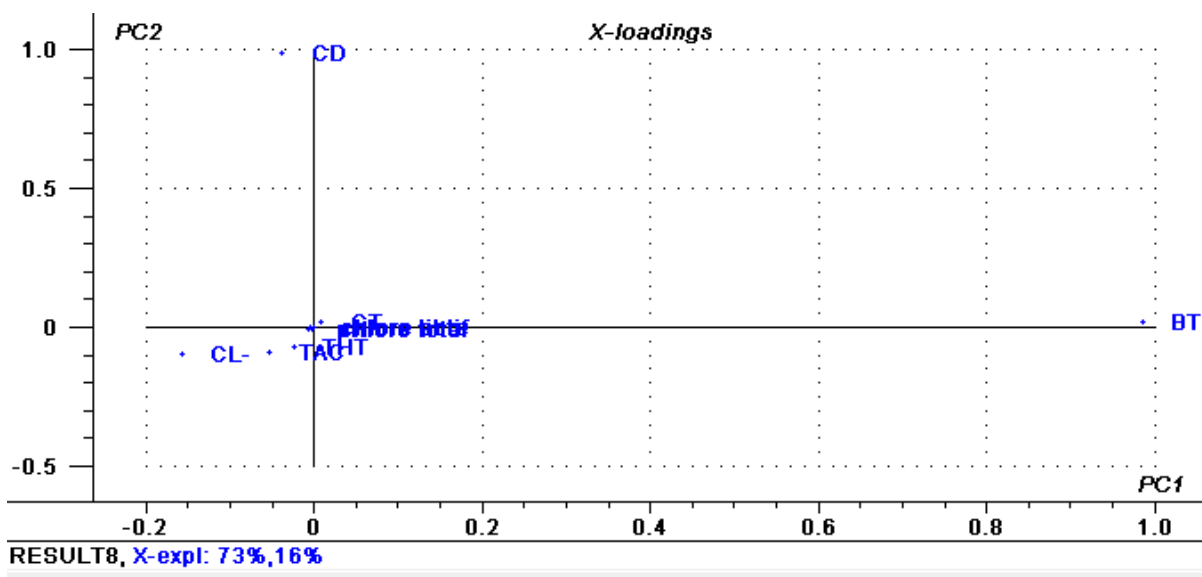


Figure21: Représentation graphique des variables

D'après la représentation des individus et des variables, on observe une contribution entre les bactériens 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 quelques traces de levure ou de traces de la soude restantes après le lavage des cuves.

II. Impact de la chloration sur les produitsfinis

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 :

Echantillons		CT avant	CT apres	Chlore actif(apres)
Ech1 av	Ech1 Ap	500	40	0,21
Ech2 av	Ech2 Ap	40	1	0,11
Ech3 av	Ech3 Ap	200	2	0,12
Ech4 av	Ech4 Ap	300	2	0,11
Ech5 av	Ech5 Ap	50	1	0,3
Ech6 av	Ech6 Ap	100	1	0,3
Ech7 av	Ech7 Ap	20	1	0,11
Ech8 av	Ech8 Ap	40	1	0,22
Ech9 av	Ech 9 Ap	80	1	0,28
Ech10 av	Ech10 Ap	40	1	0,3
Ech11 av	Ech11 Ap	150	2	0,12
Ech12 av	Ech12 Ap	100	1	0,27
Ech13av	Ech13 Ap	80	1	0,19
Ech14 av	Ech14 Ap	40	1	0,02
Ech15 av	Ech15 Ap	200	10	0,15
moyenne		129	4,4	0,19

Tableau 4 : Analyses des produits finis avant et après traitement

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 129 CT à 4 CT, ce qui démontre l'impact du chlore actif sur le goût et ainsi sur les produitsfinis.

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 réalisé 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 chlorelibre.

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 LESAFFREMAROC.

En 2015, les analyses obtenues ont montré 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 décidé 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 Avril 2016, la division technique a installé la station de chloration et ont 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
01-fév	35	35	33	0,3	88	0,2	0,2
02-fév	38	38	32	0,2	91	0,2	0,1
03-fév	38	38	33	0,2	86	0,1	0,2
06-fév	35	35	33	0,2	88	0,2	0,2
07-fév	38	38	34	0,3	91	0,4	0,2
08-fév	35	35	32	0,2	87	0,3	0,2
09-fév	39	39	35	0,4	90	0,2	0,1
10-fév	38	38	32	0,3	88	0,1	0,3
13-fév	37	37	35	0,3	86	0,2	0,2
14-fév	38	38	35	0,2	88	0,2	0,2
15-fév	35	35	33	0,2	91	0,2	0,2
16-fév	38	38	35	0,1	87	0,3	0,1
17-fév	38	38	31	0,1	88	0,2	0,2
20-fév	36	36	33	0,1	85	0,2	0
21-fév	33	33	36	0,1	85	0,2	0,1

TAC	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
01-fév	30	30	33	3	80	2	2
02-fév	32	32	33	3	83	2	1
03-fév	31	31	33	4	83	1	1
06-fév	33	33	31	3	81	2	3
07-fév	32	32	33	4	82	1	2
08-fév	30	30	30	2	82	1	2
09-fév	31	31	32	3	81	1	1
10-fév	34	34	33	3	82	2	3
13-fév	32	32	31	4	83	2	2
14-fév	30	30	33	2	80	1	2
15-fév	30	30	33	2	83	1	2
16-fév	25	25	30	3	75	3	2
17-fév	35	35	25	2	80	2	2
20-fév	28	28	30	2	75	1	2
21-fév	30	30	33	2	81	1	1

Cl-	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
01-fév	184	184	194	10,5	515	10,5	9,1
02-fév	197	197	190	9,5	516	11,1	9,1
03-fév	197	197	192	9,7	512	11,4	10,5
06-fév	184	184	190	8,5	509	12,1	9,5
07-fév	197	197	194	10,1	508	12,1	9,8
08-fév	208	208	192	8,5	511	11,5	10,5
09-fév	197	197	196	9,5	514	11,5	9,8
10-fév	207	207	196	8,7	515	10,2	10,5
13-fév	199	199	191	9,7	508	13,5	9,1
14-fév	207	207	196	10,5	508	11,2	9,1
15-fév	184	184	194	9,8	506	11,2	10,5
16-fév	201	201	196	9,1	520	10,5	10,5
17-fév	201	201	194	10,5	508	11,9	10
20-fév	206	206	199	9,8	508	10,5	10,5
21-fév	201	201	194	9,8	511	11,2	10,5

PH	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
01-fév	7,71	7,71	7,48	5,52	7,3	6,2	6,2
02-fév	7,84	7,84	7,61	6,22	8,1	5,4	7,1
03-fév	7,68	7,68	7,68	6,68	7,6	6,2	6,5
06-fév	7,41	7,41	7,62	6,88	7,5	6,3	7,2
07-fév	7,77	7,77	7,81	5,29	8,1	5,8	7,1
08-fév	7,62	7,62	7,86	5,75	7,1	5,1	6,4
09-fév	7,81	7,81	7,67	5,73	8,1	6,3	7,2
10-fév	7,61	7,61	7,73	6,44	7,7	6,9	7,1
13-fév	7,71	7,71	7,71	7,26	7,3	6,3	6,4
14-fév	7,74	7,74	7,95	5,51	8,1	6,4	7,1
15-fév	7,69	7,69	7,75	6,13	7,9	6,2	6,4
16-fév	7,63	7,63	7,72	6,28	7,7	6,4	6,2
17-fév	7,43	7,43	7,84	6,51	8,1	6,1	5,3
20-fév	7,68	7,68	7,74	6,03	8,1	6,1	6,2
21-fév	7,62	7,62	7,79	6,79	8,2	6,1	6,2

CD	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
01-fév	1125	1125	1125	23,3	2860	24,2	28,5
02-fév	1127	1127	1130	23,7	2890	27,7	28,5
03-fév	1111	1111	1107	25,4	2840	25,5	29,5
06-fév	1113	1113	1103	23,5	2910	27,2	29,5
07-fév	1096	1096	1099	24,5	2810	28,2	26,5
08-fév	1111	1111	1100	25,6	2820	23,9	27,9
09-fév	1098	1098	1103	23,6	2860	24,5	28,9
10-fév	1099	1099	1103	25,9	2840	28,5	29,5
13-fév	1111	1111	1112	27,6	2880	29,6	35,2
14-fév	1113	1113	1112	26,1	2880	26,1	27,2
15-fév	1118	1118	1118	28,2	2910	27,2	28,2
16-fév	1109	1109	1116	27,3	2870	30,7	36,1
17-fév	1136	1136	1118	28,7	2800	32,5	34,5
20-fév	1148	1148	1119	28,2	2990	33,4	33,5
21-fév	1158	1158	1112	27,5	2890	32,5	33,5

BT	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
01-fév	10	10	9	0	10	0	0
02-fév	0	0	0	0	0	0	0
03-fév	20	20	19	0	20	0	0
06-fév	100	100	110	1	110	1	0
07-fév	0	0	0	0	0	0	0
08-fév	90	90	100	1	100	1	0
09-fév	0	0	0	0	0	0	0
10-fév	0	0	0	0	0	0	0
13-fév	0	0	0	0	0	0	0
14-fév	40	40	60	0	70	0	0
15-fév	50	50	70	0	70	0	0
16-fév	80	80	90	1	100	1	0
17-fév	60	60	70	0	70	0	0
20-fév	0	0	0	0	0	0	0
21-fév	70	70	80	0	90	0	0

CT	EP	ET	EO	SO	RO	BAD	AD
01-fév	0	0	0	0	0	0	0
02-fév	0	0	0	0	0	0	0
03-fév	0	0	0	0	0	0	0
06-fév	4	4	3	0	3	1	0
07-fév	0	0	0	0	0	0	0
08-fév	1	1	2	0	2	0	0
09-fév	0	0	0	0	0	0	0
10-fév	0	0	0	0	0	0	0
13-fév	0	0	0	0	0	0	0
14-fév	4	4	5	0	5	0	0
15-fév	0	0	2	0	2	0	0
16-fév	2	2	2	0	3	0	0
17-fév	0	0	2	0	0	0	0
20-fév	0	0	0	0	0	0	0
21-fév	0	0	3	0	4	0	0

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

THT	α Lav1	α Lav2	entrée E5	Entrée E6	Entrée E8	Sortie E5	Sortie E6	Sortie E8
20-mar	18	25	17	19	18	17	19	18
21-mar	22	22	21	22	21	21	22	21
22-mar	21	24	20	20	20	20	19	20
23-mar	17	22	17	19	15	16	19	16
24-mar	17	17	17	17	18	17	17	18
27-mar	20	18	19	18	19	18	17	17
28-mar	19	17	19	16	15	17	15	14
29-mar	18	18	17	19	19	16	18	18
30-mar	32	25	27	29	28	26	30	28
31-mar	20	18	20	18	18	22	18	18
03-avr	15	16	15	16	15	14	15	15
04-avr	14	13	13	13	13	12	13	13
05-avr	13	12	12	12	13	15	12	13
06-avr	23	24	23	24	24	23	24	23
07-avr	23	21	21	23	21	21	22	21

TAC	α Lav1	α Lav2	entrée E5	Entrée E6	Entrée E8	Sortie E5	Sortie E6	Sortie E8
20mar	25	25	24	24	25	25	24	25
21-mar	18	18	19	19	19	20	21	20
22-mar	22	25	25	23	20	22	25	20
23-mar	20	20	25	20	18	25	25	25
24-mar	22	22	20	21	21	20	21	21
27-mar	23	25	24	24	23	25	25	25
28-mar	16	25	25	21	25	22	22	21
29-mar	20	20	23	23	23	21	21	21
30-mar	25	25	29	28	26	30	26	30
31-mar	20	20	20	20	20	20	20	17
03-avr	12	15	16	17	15	16	15	15
04-avr	14	15	15	15	15	15	15	16
05-avr	15	16	14	21	25	15	23	17
06-avr	13	22	24	23	21	24	22	26
07-avr	22	24	23	21	23	21	25	21

CD	α Lav1	α Lav2	entrée E5	Entrée E6	Entrée E8	Sortie E5	Sortie E6	Sortie E8
20-mar	877	850	870	878	860	880	884	868
21-mar	860	863	855	856	858	854	855	856
22-mar	874	871	880	869	873	872	875	879
23-mar	809	807	788	790	791	793	795	798
24-mar	873	874	864	864	862	867	871	870
27-mar	1131	1132	1130	1135	1136	1138	1132	1156
28-mar	966	960	951	955	954	955	954	957
29-mar	943	940	941	941	943	942	942	943
30-mar	1022	1095	1080	1081	1081	1096	1097	1090
31-mar	830	826	831	830	833	843	829	835
03-avr	770	771	772	771	773	772	771	768
04-avr	691	688	687	683	652	660	686	687
05-avr	664	664	663	663	663	666	663	662
06-avr	970	965	965	969	964	970	969	974

CI-	α Lav1	α Lav2	entrée E5	Entrée E6	Entrée E8	sortie E5	Sortie E6	Sortie E8
20-mar	215	200	198	184	182	184	192	190
21-mar	206	202	197	197	197	197	197	197
22-mar	213	192	182	192	187	182	194	192
23-mar	175	173	176	163	162	159	160	162
24-mar	255	205	170	160	199	162	159	163
27-mar	253	203	198	198	189	195	199	198
28-mar	206	201	194	197	193	198	195	199
29-mar	171	192	186	183	198	190	187	182
30-mar	229	202	195	189	173	197	198	195
31-mar	166	175	164	166	160	183	183	176
03-avr	148	172	172	160	170	160	160	171
04-avr	161	171	170	163	159	161	159	166
05-avr	133	175	167	159	195	159	129	160
06-avr	185	176	197	183	172	198	198	196
07-avr	190	175	190	196	204	189	197	179

CT	α Lav1	α Lav2	entrée E5	entrée E6	Entrée E8	Sortie E5	Sortie E6	Sortie E8
20-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
21-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
22-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
23-mar	4	3	4	4	4	5	5	5
24-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
27-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
28-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
29-mar	1	3	3	3	3	4	4	4
30-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
31-mar	2	0	1	1	1	3	3	3
03-avr	0	1	0	0	3	0	0	0
04-avr	3	1	3	3	0	4	4	4
05-avr	0	0	0	0	0	0	0	0
06-avr	0	0	0	0	1	0	0	0
07-avr	0	1	1	1	0	2	2	2

PH	α Lav1	α Lav2	entrée E5	Entrée E6	Entrée E8	sortie E5	Sortie E6	Sortie E8
20-mar	8,11	8,18	8,11	8,12	8,11	8,15	8,14	8,15
21-mar	8,2	8,23	8,22	8,22	8,23	8,2	8,21	8,2
22-mar	8,21	8,31	8,16	8,49	8,41	8,41	8,53	8,47
23-mar	8,42	8,33	8,32	8,36	8,39	8,38	8,4	8,42
24-mar	8,08	8,05	8,07	8,05	8,07	8,09	8,06	8,06
27-mar	8,25	8,25	8,2	8,23	8,25	8,21	8,24	8,26
28-mar	8,04	8,06	8,01	8,03	8,02	8,09	8,1	8,12
29-mar	8,48	8,49	8,53	8,49	8,58	8,53	8,52	8,55
30-mar	8,26	8,21	8,23	8,25	8,22	8,23	8,17	8,22
31-mar	8,09	8,12	8,08	8,08	8,18	8,05	8,08	8,15
03-avr	7,99	8,06	8	7,99	8,03	8,06	8,07	8,02
04-avr	8,07	8,1	8,13	8,07	8,2	8,19	8,21	8,07
05-avr	8,09	7,93	8,07	8,1	8,07	8,01	8,06	8,15
06-avr	8,47	8,54	8,62	8,61	8,6	8,61	8,57	8,62
07-avr	8,43	8,52	8,51	8,48	8,52	8,48	8,47	8,5

BT	α Lav1	α Lav2	entrée E5	entrée E6	Entrée E8	sortie E5	Sortie E6	Sortie E8
20-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
21-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
22-mar	0	0	0	0	0	0	490	590
23-mar	470	550	490	490	490	510	510	510
24-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
27-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
28-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
29-mar	200	260	280	280	280	320	320	320
30-mar	0	0	0	0	0	0	0	0
31-mar	290	320	330	330	0	380	380	380
03-avr	0	0	0	0	330	0	0	0
04-avr	300	310	430	340	0	390	390	390
05-avr	0	0	0	0	340	0	0	0
06-avr	0	0	0	0	0	0	0	0
07-avr	0	0	0	0	0	0	0	0

Bibliographie

<http://www.radeef.ma/Accueil/Pr%C3%A9sentationetactivit%C3%A9s/Activit%C3%A9s/Activit%C3%A9EauPotable.aspx>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_potable

<http://marc.morin35.free.fr/lycee/1ereL/Chapitre%20C1%20eaux.pdf>

http://www.eauplus.fr/fre/Adoucissement/Qu_est-ce_qu'une_eau_dure.html

http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_distill%C3%A9e

http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_purifi%C3%A9e

http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_douce

www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/get/pdf/230

www.palintest.fr/attachments.aspx?id=110

fr.wikipedia.org/wiki/Flore_mésophile_aérobie_totale

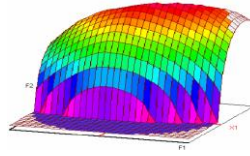
www.labenvironex.com/docs/ColiformesTotaux.pdf

<http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dico/d/chimie-osmose-5766/>

<http://www.polymem.fr/produits/osmose-inverse-comment-ca-marche/>

<http://www.nextfilt.com/#!domestique1/caf0>

<http://www.pureprofrance.fr/61-distillation-eau>



Master ST CAC Ageq

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

Nom et prénom: ABOUMALIK Sara

Année Universitaire : 2016/2017

Titre: *Etude par Analyse en composantes principales de l'eau avant et après traitement par chloration et son impact sur les produits finis*

Résumé

Bien que l'eau à l'arrivée soit dans les normes marocaines, la volatilité, la présence de matière organique et de matière en suspension et la distance peut diminuer le taux de chlore actif. En effet, en 2015, les résultats du laboratoire à vérifier que les produits finis et les crèmes étaient contaminés, cela s'explique que l'eau peut être une source de cette contamination.

En revanche la société LESAFFRE Maroc a décidé d'installer une nouvelle station de chloration, en avril 2016, afin de corriger ce manque et de stabiliser les taux de chlore ainsi que d'améliorer la qualité des conditions de multiplications cellulaire au sein des cuves de fermentation.

Dans ce contexte, nous avons fixés comme objectif de s'assurer de l'efficacité de la station de chloration et son impact sur le produit fini et ce à travers, des analyses physico- chimiques et bactériologiques de l'eau et du traitement statistique des résultats.

Mots clés : Levure, eau potable, eau de processus, station de chloration , ACP.

