



Université Sidi Mohamed Ben Abdallah
Faculté des Sciences et Techniques de
FES



Département des sciences de la vie

Projet de Fin d'Etude

Licence Sciences et Techniques
Bioprocédés, Hygiène et Sécurité des Aliments

**« Suivi des analyses physico-chimiques et bactériologiques de
l'eau chlorée »**

- **Présenté par :** ALAMI Asmae
- **Encadré par :**
 - ✚ Mr. Ali BENNANI (LESAFFRE)
 - ✚ Mr. Saïd HALOTI (FST)
- **Soutenu le 07 Juin 2017 devant le jury compose de :**
 - ✚ Pr. Said HALOTI
 - ✚ Pr. Bouchra OUHMIDOU

Année Universitaire

2016-2017

Dédicaces

JE TIENS À DÉDIER CET HUMBLE TRAVAIL À MA FAMILLE
AVEC TOUS MES SENTIMENTS DE RESPECT, D'AMOUR, DE
GRATITUDE ET DE RECONNAISSANCE POUR TOUS LES
SACRIFICES DÉPLOYÉS POUR M'ÉLEVER DIGNEMENT ET
ASSURER MA FORMATION DANS LES MEILLEURES
CONDITIONS.

À MES PROFESSEURS SANS EXCEPTION AFIN DE M'ASSURER
UNE FORMATION SOLIDE. CES FORMATEURS QUI M'ONT DIRIGÉ
VERS LE CHEMIN DE SUCCÈS.

À MES ENCADRANTS

MR ALI BENNANI ET MR. SAÏD HALOTI QUI ONT
VEILLÉS POUR QUE CE TRAVAIL SOIT À LA HAUTEUR, ET À
TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN À LA
RÉALISATION DE CE TRAVAIL ET À L'ÉLABORATION DE CE
RAPPORT.

Remerciement

TOUT D'ABORD JE REMERCIE ALLAH POUR TOUS LES BIENFAITS
QU'IL M'A ACCORDÉ ET POUR LE COURAGE QU'IL M'A ATTRIBUÉ
AFIN DE COMPLÉTER CE PROJET.

JE REMERCIE AUSSI MES PARENTS POUR LEUR SOUTIENT
MORALE ET MATÉRIEL DURANT MES ÉTUDES.

MERCI À MON ENCADRANT MR. ALI BENNANI POUR SON AIDE ET
SON SOUTIENT DURANT LA PÉRIODE DU STAGE

JE REMERCIE ÉGALEMENT LE PROFESSEUR HALOTI SAÏD POUR
SA GENTILLESSE ET SES CONSEILS, ET TOUS MES PROFESSEURS
POUR TOUTES LES CONNAISSANCES ACQUISES PENDANT LES
TROIS ANNÉES DE FORMATION.

JE TIENS TOUT PARTICULIÈREMENT À REMERCIER LE
DIRECTEUR DE LESSAFRE MAROC FES, LE DOYEN DE LA
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FÈS ET TOUS LES
AUTRES CADRES DE LA FACULTÉ.

Sommaire

⇒	Liste des figures	
⇒	Liste des tableaux	
⇒	Liste des abréviations	
⇒	Introduction.....	1

Chapitre I : Présentation générale de l'entreprise

I.	Histoire deLESSAFFRE.....	2
II.	LESSAFFRE Maroc.....	3
III.	Gamme des produits de LESSAFFRE.....	3
IV.	Fiche technique de la société.....	4
V.	Présentation de laboratoire.....	4
VI.	Organigramme de la société.....	5

Chapitre II : Production de la levure de panification

I.	Généralités sur la cellule de levure.....	6
	1) Définition.....	6
	2) Métabolisme-Mode de reproduction.....	7
	3) Conditions de croissance industrielle.....	7
II.	Procédé de fabrication de la levure de boulangerie.....	8

Chapitre III: Traitement par chloration de l'eau

I. Circuit de traitement d'eau chloré.....	11
1) La chloration.....	11
2) Utilisation de chlore pour le plan de la désinfection.....	12
II. Les tours de refroidissement	13
1) Généralités.....	13
2) L'échangeur thermique à plaque	14
III. Différents types de l'eau.....	15

Chapitre IV: Matériels et méthodes

IV. Analyses de l'eau au laboratoire.....	16
1) Analyses physico-chimiques.....	16
a) Titre hydrotimétrique total (THT).....	16
b) Le TAC (titre alcalimétrique complet).....	16
c) Analyses des ions chlorure Cl ⁻	17
d) Mesure du pH.....	17
e) Mesure de la conductivité.....	17
f) Le chlore.....	17
2) Analyses bactériologiques.....	18
a) La flore mésophile aérobie totale FMAT.....	18
b) Les coliformes totaux.....	18
3) Résultats d'analyses.....	18

⇒ Conclusion

⇒ Annexes

⇒ Références bibliographiques

Liste des figures

- Figure 1** : Logo de la société LESAFFRE
- Figure 2** : L'ensemble des produits de LESAFFRE MAROC
- Figure 3** : Organigramme De la société LESAFFRE Maroc FES
- Figure 4** : Les constituants de la cellule de levure
- Figure 5** : Schéma général des différents étapes de la production de levure de boulangerie
- Figure 6** : Le circuit général de l'eau à LESAFFRE Maroc
- Figure 7** : Schéma des différents utilisation de l'eau de BAC
- Figure 8** : Image d'un tour de refroidissement
- Figure 9** : Echangeur thermique à plaques
- Figure 10** : Circuit de l'eau entre l'échangeur et la RAT
- Figure 11** : Courbe d'évolution de THT des différent types d'eaux
- Figure 12** : Courbe d'évolution de TAC des différents types d'eaux
- Figure 13** : Courbe d'évolution de chlore des différents types d'eaux
- Figure 14** : Courbe d'évolution de la conductivité des différents types d'eaux
- Figure 15** : Courbe d'évolution de PH des différents types d'eaux

Liste des tableaux

- Tableau 1** : Résultats d'analyse de THT en ml
- Tableau 2** : Résultats d'analyse de TAC en ml
- Tableau 3** : Résultats d'analyse de chlorure en ml
- Tableau 4** : Résultats d'analyse de chlore en mg/l
- Tableau 5** : Résultats d'analyse de la conductivité
- Tableau 6** : Résultats d'analyse de PH
- Tableau 7** : Résultats de dénombrement de la FMAT
- Tableau 8** : Résultats de dénombrement des CTs

Liste des abréviations

- SODERS** : Société des dérivés des sucres
- THT** : Titre hydrotimétrie total
- TAC** : Titre hydrotimétrie complet
- °f** : Le degré français (°f ou °Hf), est l'unité du titre hydrotimétrique (THT) caractérisant la dureté de l'eau utilisée en France.
- RAT** : La tour de refroidissement
- FMAT** : La flore mésophile aérobie totale
- CT** : Les coliformes totaux
- BAC** : BAC alimenteur
- CD** : Conductivité

Introduction

Dans le cadre de la formation à la faculté des sciences et techniques, il est nécessaire de passer un stage au sein d'une entreprise afin de se confronter à des situations réelles, d'élargir le savoir dans le domaine pratique et d'avoir une idée sur la vie professionnelle.

Le choix l'entreprise LESSAFRE comme lieu de stage trouve sa justification dans sa position remarquable, devançant les géants représentée d'une part par la diversité de ses produits, et d'autre part par la volonté exprimée de ses dirigeants, de suivre de près les progrès technologiques et les rénovations des méthodes de fabrication.

Pour avoir un produit destiné aux consommateurs de qualité, pour conserver l'image de marque "JAWDA" et pour respecter les normes exigées, LESSAFRE dispose d'un ensemble des certification et des normes, ainsi que des paramètres physico-chimiques et microbiologiques concernant le produit et bien évidemment l'eau qui est utilisé dans toute la chaine de fabrication et dans le processus de nettoyage, vient l'intérêt de choisir un projet sous le thème : «Suivi des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de la société »

Ce rapport de projet de fin d'études sera subdivisé en trois chapitres : Un premier chapitre concernera la présentation générale de la société LESSAFFRE, le deuxième chapitre traitera le procédé de fabrication de la levure de panification. Et le troisième chapitre abordera la partie pratique de mon travail, suivie d'une conclusion générale

Chapitre I

Présentation générale de l'entreprise

I. Histoire de LESSAFFRE :

L'histoire raconte qu'en 1853, Louis LESSAFFRE-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 a inspiré l'idée d'extraire la levure des moûts de fermentation des grains et de la vendre aux boulangers ; LESSAFFRE & 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 LESSAFFRE et BONDUELLE décident de poursuivre séparément leurs activités. L'entreprise est partagée en 2 branches : LESSAFFRE & Cie (alcool et levure) et LESSAFFRE 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, la mélasse, moyennant quelques aménagements techniques.

De 1939-1945 lors de la seconde guerre mondiale, LESSAFFRE met au point des produits à base de levure destinés à atténuer la pénurie alimentaire : production de la première levure sèche active. L'envol vers l'international aura lieu entre 1963 et 2000 dont une implantation au Maroc. [ALAMI Leila, 2016]

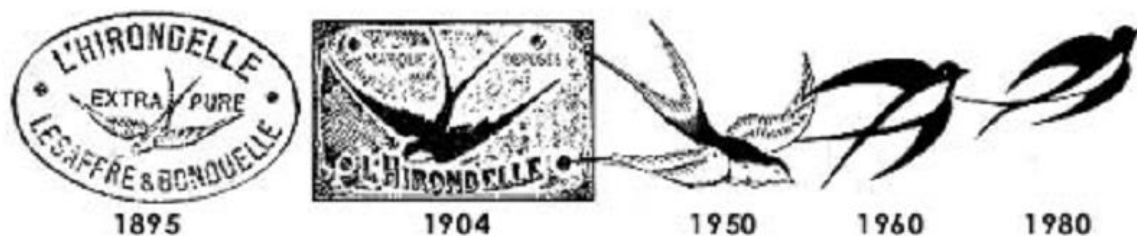


Figure 1 : LOGO de la société LESSAFFRE

II. LESSAFFRE Maroc :

En 1993, la société SODERS (créée en 1975) a été majoritairement détenue par le groupe français LESAFFRE, 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, produits et marques de référence.

III. Gamme des produits de LESAFFRE :

LESAFFRE Maroc FES commercialise un ensemble de produits qui sont: la levure fraîche (levure pressée conditionnée en pain de 500), sèche (levure conditionnée en sachet de 50g, 125g et 500g) et les améliorants de panification.

- La marque JAOUDA pour la levure fraîche
- RAFIAA et Nevada pour la sèche.
- Les améliorants de panification sont quant à eux commercialisés sous les marques Ibis bleu e Magimix.

Ainsi que des arômes, sa large gamme de produits en fait aujourd'hui le leader sur le marché des professionnels



Figure 2 : l'ensemble des produits de LESAFFRE Maroc

IV. Fiche techniques de la société

- **Raison social** : LESAFFRE Maroc
- **Forme juridique**: Société anonyme
- **Activité** : Production de la levure de boulangerie
- **Secteur d'activité** : Agroalimentaire
- **Directeur général** : Mr. Damien LESAFFRE
- **Effectif** : 200 personnes {dont 20 cadres}
- **Siège social** : Quartier industriel Sidi Ibrahim-FES, Rue 806
- **Capital social** : 30.989.300.00 DH
- **N° d'identification** : 04500783
- **N° de patente** : 13246073
- **N° de CNSS** : 1582164

V. Présentation du laboratoire :

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

Salle des analyses microbiologiques:

La validité des contrôles microbiologiques nécessite notamment des résultats d'analyses fiables. C'est pour cela que la société LESAFFRE exige un matériel suffisant et moderne, des techniques d'identification des micro-organismes assez rigoureuses imposées par le groupe, un système d'épuration d'air, un personnel qualifié et expérimenté et un climat professionnel.

Cette salle est divisée en quatre parties :

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

Salle des analyses physico-chimiques

Equipé de matériels sophistiqués, alimenté de différents types d'eaux (eau adoucie, eau distillée, eau de ville) utilisées selon les besoins, et un personnel qualifié y effectue

quotidiennement des analyses physico-chimiques (Brix, pH, conductivité, dosage de l'azote, dosage de phosphate,..). Et elle est divisée en trois parties :

- ✓ Salle de panification où s'évalue la force panaire.
- ✓ Salle de stockage des matériels et les produits initiaux.
- ✓ Salle d'analyses physico-chimiques répartie elle-même en trois sections :
 - 1) Section des analyses d'azote et de phosphate.
 - 2) Section des analyses de la mélasse.
 - 3) Section des analyses de l'eau. [BOUQUADIDA Ilham, 2012]

VI. Organigramme de la société :

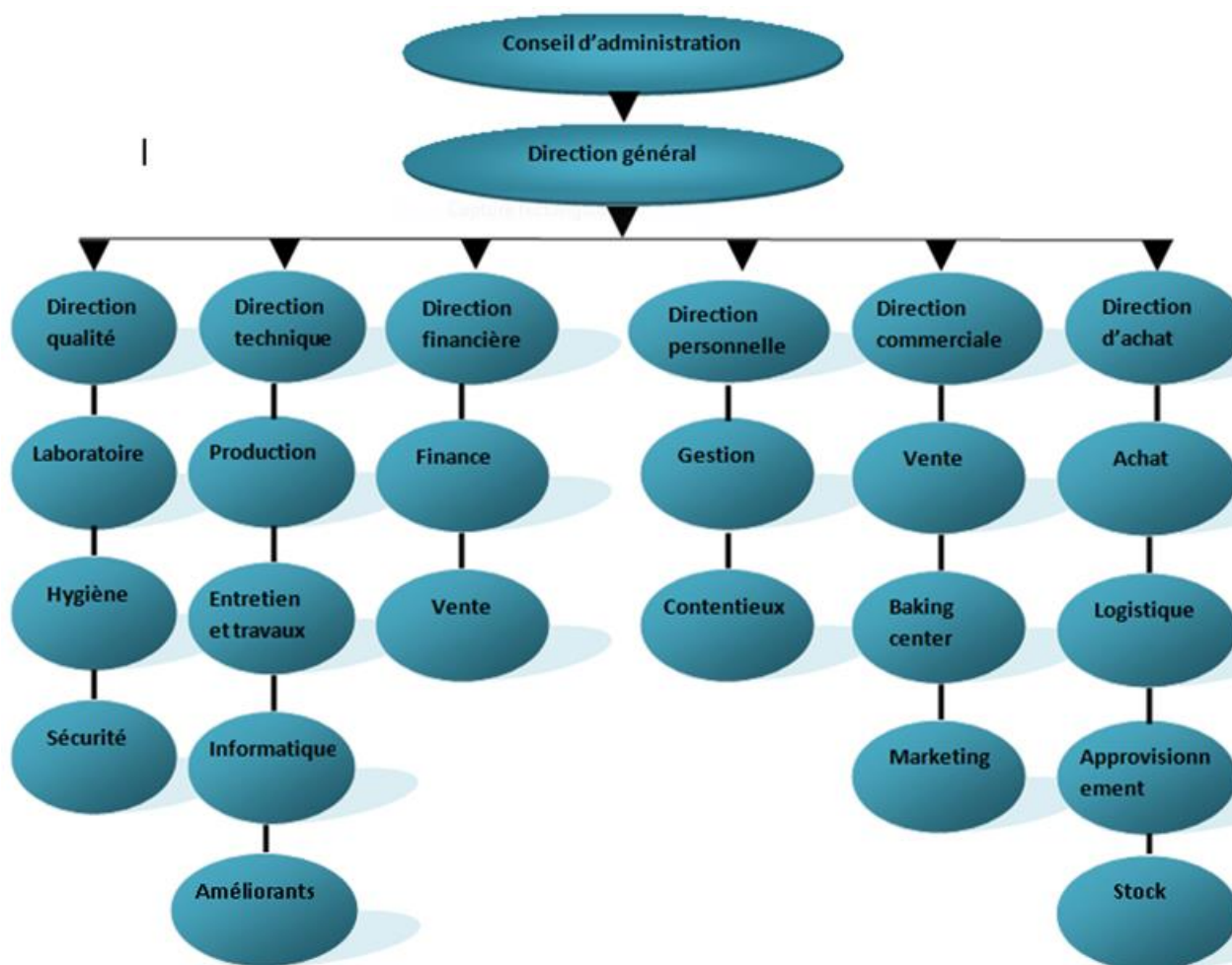


Figure 3: Organigramme de la société LESAFFRE MAROC-FES

Chapitre II

Production de la levure de panification

I. Généralité sur la cellule de levure :

La dénomination "levure" découle de l'observation des fermentations et tout particulièrement, celle qui a lieu durant la fabrication du pain : on dit communément et depuis longtemps que le pain "lève". Ce n'est pas, à proprement parler une dénomination scientifique actuelle.

Mais l'importance des levures dans le domaine des fermentations conduit à conserver ce terme générique qui continue à être correctement perçu (Exemple, la levure de boulangerie : *Saccharomyces cerevisiae*)

1) Définition de la levure

Une levure est un champignon unicellulaire apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales. Les levures sont employées pour la fabrication du vin, de la bière, des alcools industriels, des pâtes levées et d'antibiotiques, elles sont actives en aérobiose comme en anaérobiose.

La forme végétative des levures peut être sphérique, globuleuse, ovoïde, allongée ou cylindrique. Il existe cependant des formes cellulaires caractéristiques : forme en bouteille et forme triangulaire. 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*.

Les cellules de la levure sont sphériques ou ovales et mesurent environ 1/100ème de millimètre (à 8µm), Dans 1 gramme de levure en pain (culture de levures, concentrées puis pressées) il y a 5 à 12 milliards de cellules, sa structure est la suivante :[LAZRAC Chaimae, JALIL Fadoua,2014]

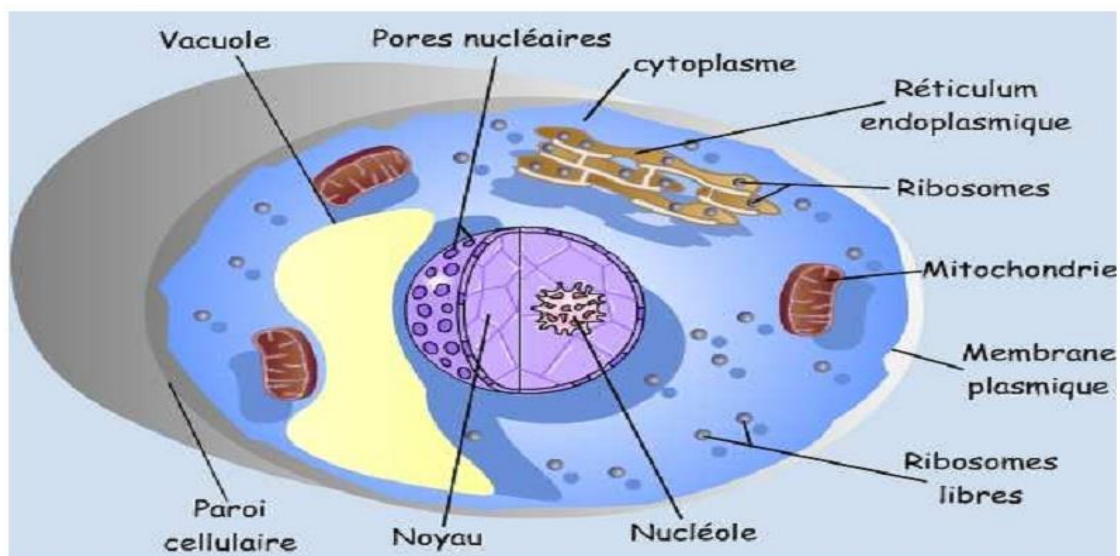


Figure 4 : les constituants de la cellule de levure

2) Métabolisme-Mode de reproduction :

La levure de boulangerie appartient à un groupe relativement mineur de levures : levures aérobies facultatives et fermentaires capables d'utiliser le glucose en présence ou en absence d'oxygène et de le fermenter même en présence d'air. Pour cela deux modes sont possible :

Respiration aérobie : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{énergie (688kcal)}$

En présence d'oxygène *Saccharomyces cerevisiae* produit son énergie par respiration. Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules de subir une multiplication avec un rendement cellulaire élevé.

Fermentation alcoolique : $C_6H_{12}O_6 \text{ (glucose)} \rightarrow 2CO_2 + 2CH_3CH_2OH \text{ (éthanol)} + \text{énergie (56 kcal)}$ [BOUQUADIDA Ilham, 2012]

3) Conditions de croissance industrielle :

Le développement de la levure de boulangerie à l'échelle industriel nécessite la disponibilité de certains paramètres et conditions :

La température : La température optimale de culture des levures se situe entre 25 et 30°, d'une façon générale, les levures ne sont pas thermorésistants. La destruction cellulaire commence dès 44°C.

Activité de l'eau : La plupart des souches ne peuvent se développer pour une activité d'eau inférieure à (0,9) ; mais certaines tolère des pressions osmotiques plus élevées, correspondant à une activité d'ordre de (0.6).

L'oxygène : toutes les levures sont capables de se développer en présence d'oxygène, il n'y a pas de levure anaérobie stricte.

pH : Les enveloppes cellulaires sont imperméables aux ions H_3O^+ et OH^- . Les levures tolèrent donc des gammes de pH très larges, théoriquement de 2,4 à 8,6.

L'hydratation : L'eau facilite l'activité de la levure en améliorant la mobilité des cellules de levure, en dissolvant les constituants fermentescibles et en assurant le contact entre les enzymes et le substrat.

La pression osmotique et la force ionique : Le sel et les sucres augmentent la pression osmotique et modifient (diminuent) de ce fait l'activité levurienne. Cette augmentation de la pression osmotique conduit à la diffusion de l'eau intracellulaire vers l'extérieur de la cellule, donc à une déshydratation.

La concentration en alcool : L'augmentation de la concentration en alcool au cours de la fermentation freine progressivement l'activité levurienne.[ALAMI Leila, 2016]

II. Procédé de fabrication de la levure de boulangerie

A. Ensemencement: Etape faite au laboratoire

La souche initiale *saccharomyces cerevisiae* estensemencée dans des tubes contenant une gélose nutritive spécifique à la croissance des levures, cela dans des conditions aseptiques pour écarter tout risque de contamination. Ensuite le contenu du tube est mis dans deux Van Lear avec un milieu nutritif (incubation à $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ avec agitation), puis dans deux autres ballons plus grands : Carlsberg (incubation $30^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ avec agitation). On prend ces derniers et en les met dans une cuve de 800 l dans des conditions stériles, ce n'est qu'à ce stade qu'on utilise la mélasse comme source de carbone.

B. Pré-fermentation :

✚ La souche précédemment préparée est mise dans un fermenteur de 800 litres, accompagné de:

- L'eau.
- La mélasse stérile.
- L'acide sulfurique : H_2SO_4 pour ajuster le pH acide à 4.
- Les sels minéraux
- Les éléments de traces (oligo-éléments et vitamines).
- L'air, source d' O_2 .

La préfermentation doit être effectuée en aérobie avec agitation.

C. Fermentation :

A la fin de la préfermentation on obtient un moût qui sera transféré vers le 4ème fermenteur avec un milieu nutritif bien spécifique. Après 18 à 20 heures de fermentation, on obtient la levure mère qui va subir une séparation puis un stockage.

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

La fermentation se fait en présence de l'oxygène pour minimiser la formation de l'alcool car celui-ci donne une couleur désagréable à la levure et réduit la période de conservation .

D. Séparation :

La séparation se fait dans deux étapes de la fermentation : après l'obtention de la levure mère et la levure commerciale. Le moût obtenu à la sortie des fermenteurs contient les cellules de levures et une solution liquide qui présentent les restes du milieu nutritif. Pour éliminer ces déchets on utilise des séparateurs qui fonctionnent par centrifugation, on obtient un liquide dense (crème) et un liquide léger, c'est le moût délevuré qui est rejeté vers les égouts.

E. Stockage de la crème :

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

F. Filtration :

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

La crème arrive au niveau d'un filtre rotatif qui contient une couche filtrante d'amidon qui piège la levure grâce à sa petite porosité, à la surface du cylindre du filtre il y a création continue et uniforme du vide nécessaire à l'aspiration de l'eau à travers la couche d'amidon. En traversant la couche filtrante de l'extérieur vers l'intérieur ; la levure est fixées à la surface de la couche et l'eau filtrée est refoulée vers l'extérieur par une pompe d'évacuation.

G. Emballage et conditionnement :

La levure récupérée est malaxée, boudinée et extrudée à travers des filières téflonisées de sections carrées puis envoyée vers le conditionnement.

La levure fraîche : Le boudin de levure pressée est découpé en pain de 500g, qu'on enveloppe individuellement dans un papier paraffiné. Après mise en carton, la levure est conservée dans un chambre froide afin d'être réfrigérée avant son expédition.

La levure sèche : Pour la levure sèche, le gâteau provenant de la filtration sous vide est transformé en vermicelle à l'aide d'une grille de porosité connue, ensuite elle est transférée au sécheur par une conduite vibratoire afin d'éliminer le maximum d'eau restant dans la cellule sans l'endommager, tout en augmentant le taux de matière sèche jusqu'à 94% pour la **SPH**(levure sèche instantanée sous forme de petits bâtons fissurés emballées sous vide ou gaz neutre dans des sachets de 450g ainsi que dans des cartons de 25kg destinés à l'export) et 95.5% pour la **SPI**(levure sèche active ou à réhydratation sous forme de granules ou de sphérules, emballées sous air dans des sachets de 50g, 100g et 500g).

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

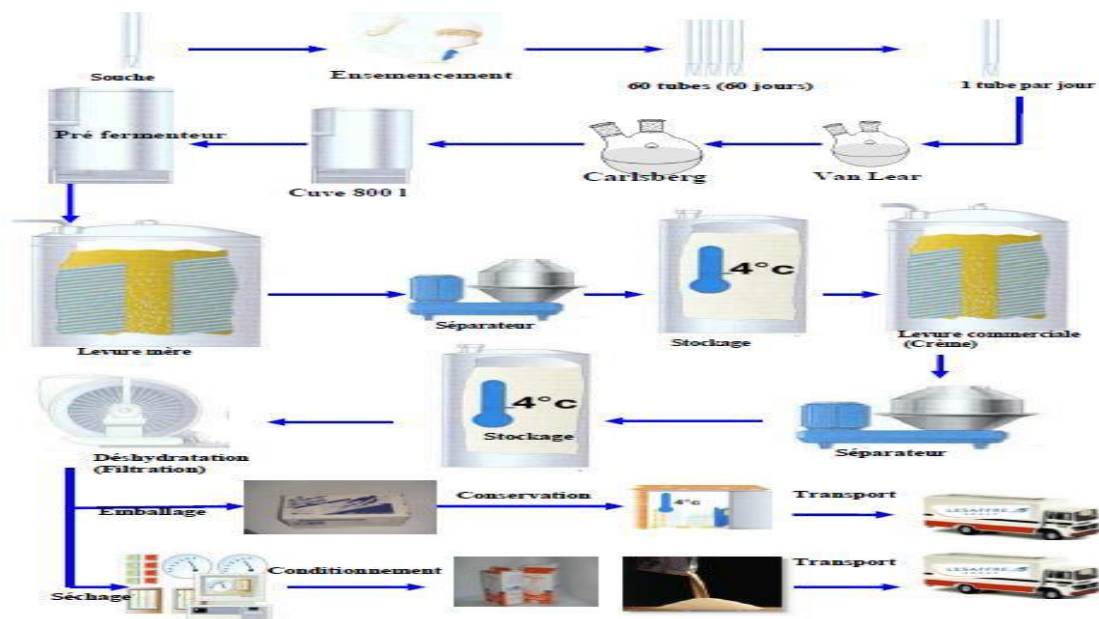


Figure 5: Schéma général des différentes étapes de production de la levure

Chapitre III

Traitement de l'eau par chloration

I. Circuit de traitement de l'eau chlorée :

L'emploi des oxydants dans le traitement des eaux n'est certainement pas une nouveauté, que penser des alchimistes qui fabriquaient une "eau supérieure", vraisemblablement à base de peroxyde d'hydrogène ? Pendant longtemps la croyance prévalut que boire une eau naturellement limpide était sans danger. Cette illusion n'était cependant pas vérifiée par les faits. Elle ne l'est pas non plus actuellement si l'on tient compte de l'augmentation des sources réelles ou potentielles de contamination. (**Marcel Doré**)

- Mon étude se focalise sur différents points de passage de l'eau dans l'usine à savoir : L'entrée de l'usine, l'eau avant BAC, le BAC, l'eau des tours de refroidissements.

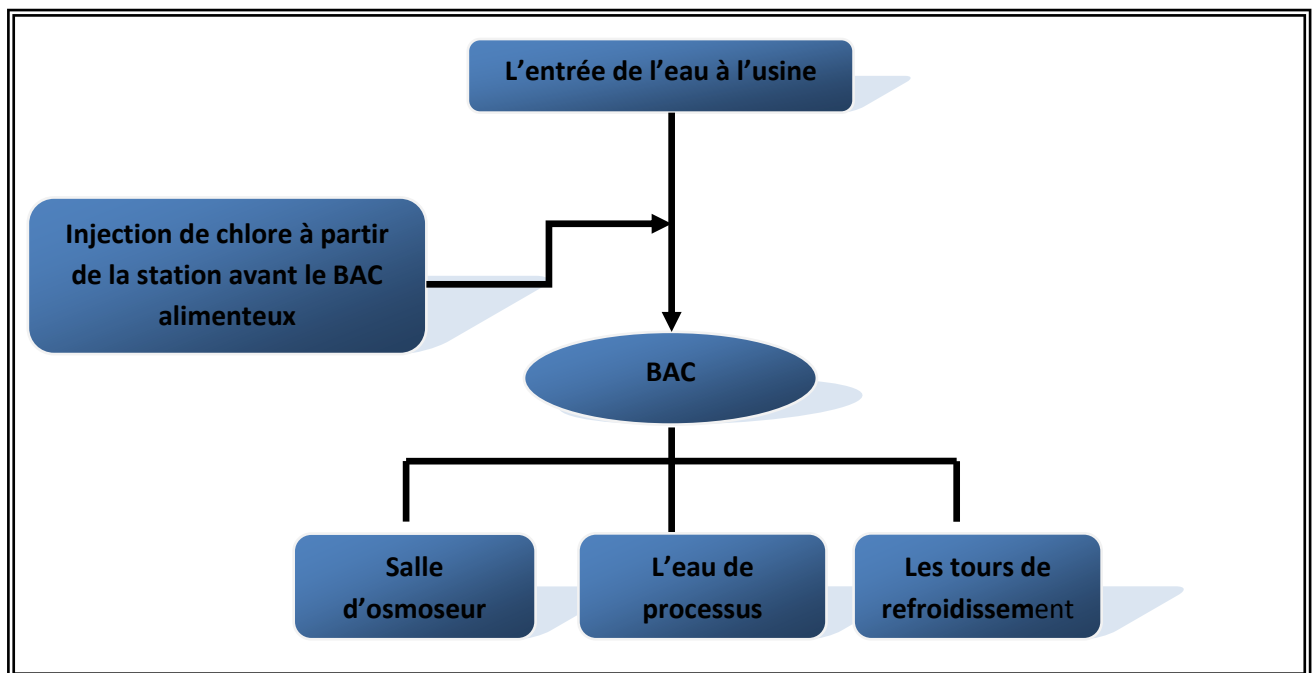


Figure 6: le circuit général de l'eau à LESAFFRE MAROC

1) 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.

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.

2) Utilisation du chlore sur le plan de la désinfection

Le chlore peut se présenter sous forme libre ou combiné, chacune des formes du chlore a un pouvoir désinfectant spécifique qui varie en fonction des différentes espèces de microorganismes (bactéries, virus...). Parmi les deux formes de chlore libre, l'acide hypochloreux est plus efficace que l'hypochlorite et les formes du chlore libre sont plus efficaces que celles du chlore combiné. Cette efficacité relative des différents relative des différentes formes du chlore a pour conséquences :

- D'une part, la désinfection quasi systématique par le chlore libre pour les eaux potables, ce qui implique des taux de chloration supérieurs au break-point.
- D'autre part, la désinfection par les chloramines dans le cas des eaux résiduaires urbaines. Ce fait est justifié par le caractère partiel de la désinfection généralement recherché et par les concentrations élevées en ammoniacque rencontrées dans la majorité des stations d'épuration biologique non pourvues de phases de nitrification-dénitrification. [Marcel Doré]

En titre d'exemple, l'eau du BAC alimentaire chloré peut être utilisée pour : (Figure 7)

- ⇒ Le rinçage des cuves :
- Après avoir terminé la fermentation
 - Après la désinfection avec l'eau de javel,
 - Après le nettoyage avec l'acide.
- ⇒ Les pieds de cuves des fermenteurs : pour faire une fermentation de la levure, une quantité d'eau doit être ajoutée, avant de verser le mout du poste d'avant : cette eau est appelée 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.

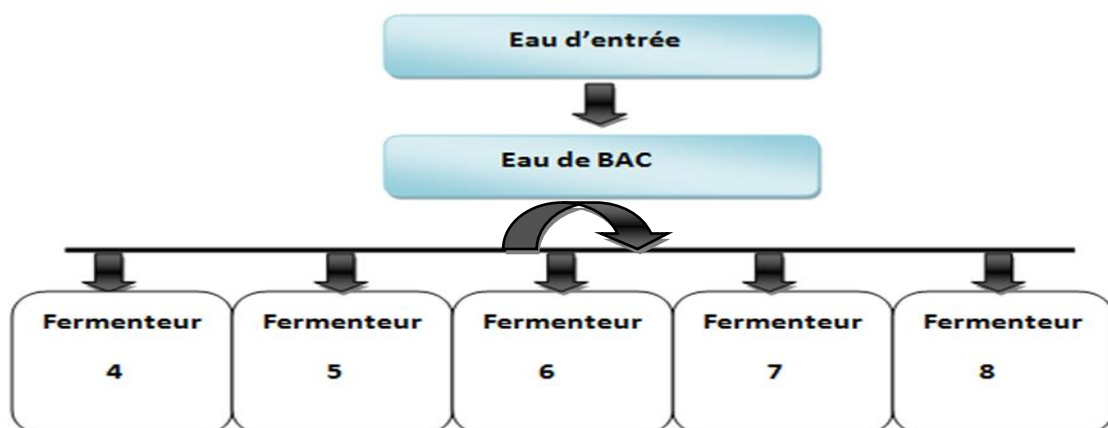


Figure 7 : Schéma des différentes utilisations de l'eau de BAC

II. Les tours de refroidissements:

1) Généralités

Les tours de refroidissement, sont utilisées pour refroidir un liquide, généralement de l'eau, à l'aide d'un gaz, généralement l'air ambiant. 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. 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..)

Dans le RAT, le refroidissement à lieu par évaporation d'une partie de l'eau, en mettant en contact l'eau à refroidir et l'air à contrecourant. On appelle ce processus : le refroidissement évaporatif ; l'eau chaude de circuit à réfrigérer est pulvérisée depuis le haut de la tour et un ventilateur propulse l'air du bas vers le haut de la tour, le ventilateur peut avoir deux emplacements différents mais à LESSAFRE on a un tour de refroidissement à tirage induit ; le ventilateur est placé à la partie supérieure de la tour et extrait l'air de la tour, ou bien le ventilateur à tirage forcé est placé à la partie inférieure de la tour et pousse l'air vers la partie supérieure .[BAYA Sara,2015]

La société LESSAFRE dispose de trois tours de refroidissement ALPHA, LAVAL et d'une tour de refroidissement BALTIMORE, ces trois tours sont alimentées par de l'eau adoucie et elles sont destinées à refroidir cinq fermenteurs.

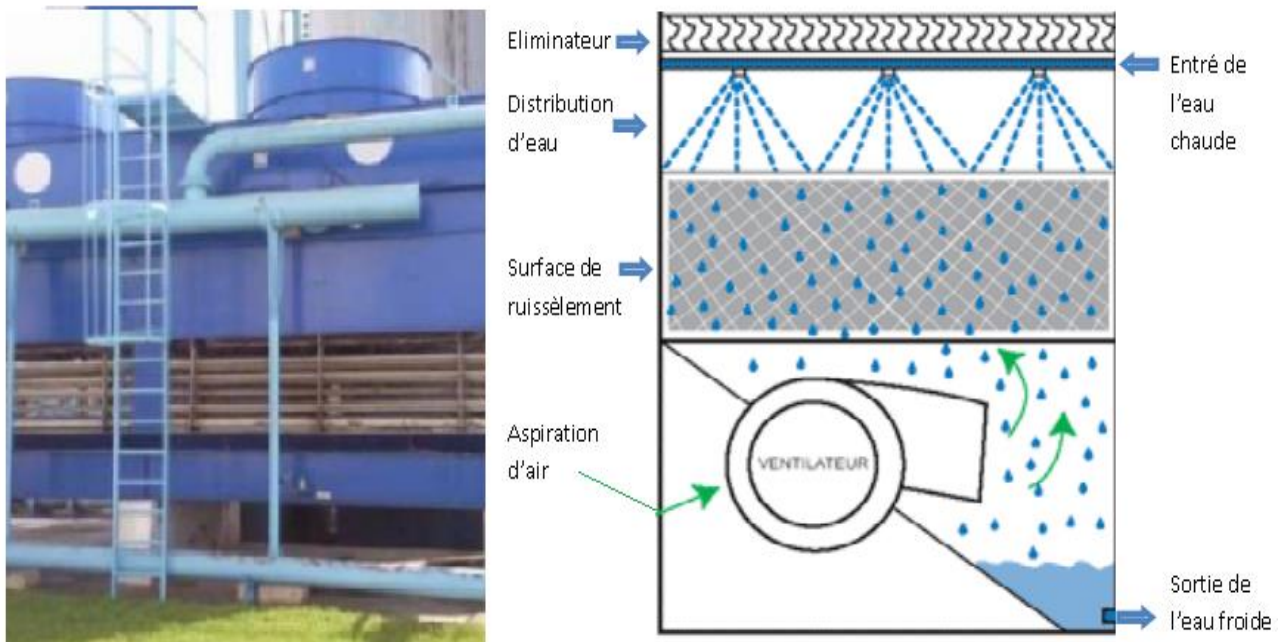


Figure 8: image d'une tour de refroidissement.

2) L'échangeur thermique à plaques

Pour refroidir le moût en utilisant l'eau de la RAT, on procède d'un échangeur à plaques qui se fonctionne par un système de transfert de chaleur entre l'eau disant froide entre (24°C et 28°C) venant des tours de refroidissement, et le moût (34° à 36°) provenant des fermenteurs. L'eau de refroidissement n'est pas en contact avec le moût, mais passe à côté dans des plaques hermétiques, où le transfert de chaleur se fait à travers la paroi isolantes entre eux. Le moût à 35°C est versé dans les plaques de l'échangeur. De l'eau froide en provenance du château d'eau est versée dans les échangeurs, dans lesquels baignent les plaques. Les plaques au contact de l'eau froide, sont refroidies aux environs de 33°C.



Figure 9: Echangeur thermique à plaques.

⇒ 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. 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.

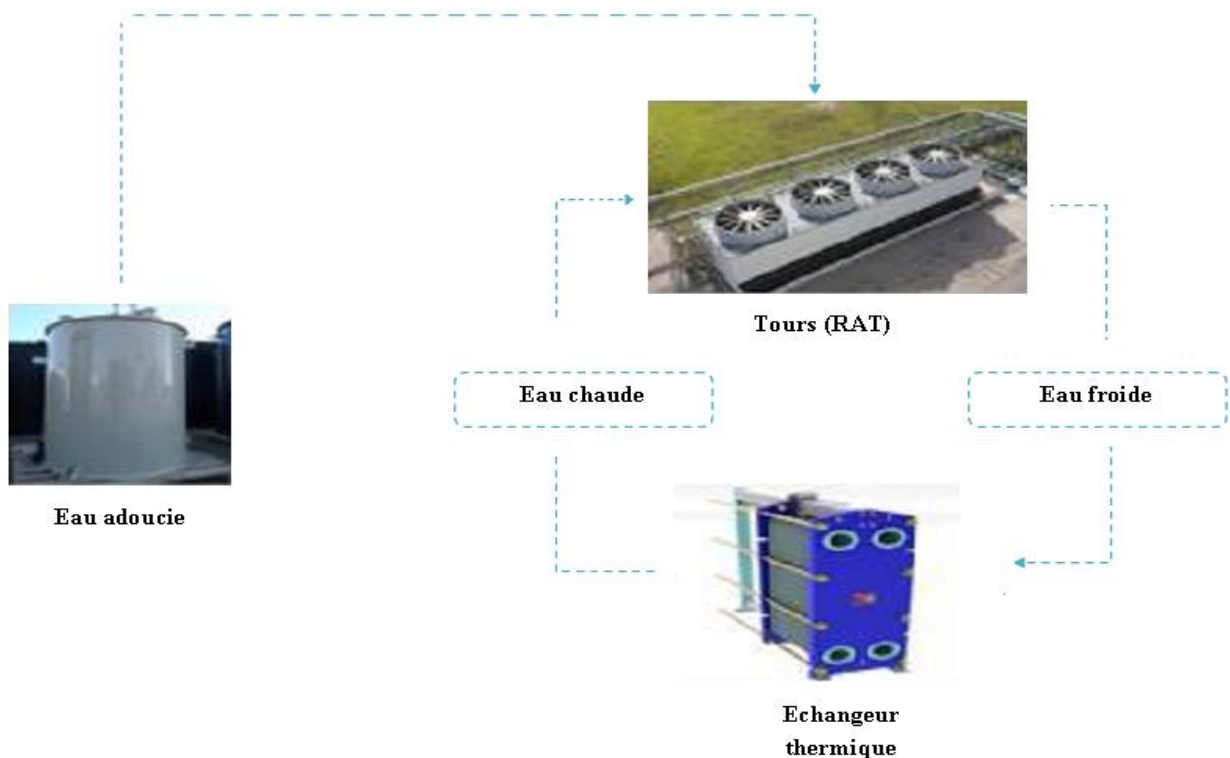


Figure 10 : circuit de l'eau entre l'échangeur et la RAT

III. Différents types d'eau :

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.

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.

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.

Eau distillée : est une eau qui a subi une distillation, donc est théoriquement exempte de tous ses sels minéraux que l'on pourrait retrouver dans l'eau naturelle

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. [FEGOUSSE Ahlam, 2015]

Chapitre IV

Matériels et méthodes

I. Analyse de l'eau au laboratoire

➤ Prélèvement des échantillons :

Notre travail de projet de fin d'étude réalisé au sein de LESAFFRE-Maroc nous exigeons de faire chaque jour des prélèvements des échantillons des différentes eaux en débutant par l'eau de l'ARADEEF, puis l'avant BAC, le BAC et la tour de refroidissement. Puis un suivi des paramètres caractéristiques de ces eaux (THT, TAC, pH, conductivité, chlorure, chlore total et chlore libre, la flore mésophile aérobie total, les coliformes totaux).

1) Analyses physico-chimiques :

a) Titre hydrotimétrie total (THT) :

Le titre hydrotimétrie total ou dureté de l'eau, est l'indicateur de laminéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium. La dureté s'exprime en degré français (symbole : °f).

Le dosage s'effectue par titrage. Il utilise la réaction de complexations entre les ions Mg^{2+} , Ca^{2+} et l'ionéthylène diamine tétra-acétate (EDTA).

Réactifs :

- ✓ Tampon pH=10 : solution NaOH 0,4%
- ✓ Noir d'ériochrome (Indicateur coloré)
- ✓ EDTA (N/50)

Protocole expérimental :

- Prise d'essai de 10 ml d'échantillon introduit dans l'erlenmeyer puis on complète avec l'eau distillé jusqu'à l'obtention d'un volume de 100ml ;
- Ajout de 5 ml du tampon pH =10 ;
- Ajout de quelques gouttes de noir d'ériochrome (coloration mauve) ;
- Titrage par EDTA jusqu'à ce que la coloration mauve vire au bleue ;

b) Le TAC (titre alcalimétrique complet) :

Le titre alcalimétrique complet TAC est lié à la concentration totale en ion Hydrogénocarbonate HCO_3^- , carbonate CO_3^{2-} , et hydroxyde OH^- , son dosage s'effectue par l'acide chlorhydrique HCl.

Le TAC est exprimé en degré français °f (1 °f correspond à 10^{-4} mol/l). L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- prédomine dans l'eau par rapport aux autres espèces carbonatées.

Réactifs :

- ✓ L'acide chlorhydrique HCl.
- ✓ L'indicateur coloré l'orange de méthyle.

Protocole expérimental :

- ✓ Prise d'essai de 50ml de l'eau à analyser.
- ✓ L'addition de quelques gouttes l'indicateur coloré l'orange de méthyle (coloration Orange).

- ✓ Titration avec l'HCl (0,1N) jusqu'à ce que la couleur de la solution vire au rouge brique.

c) Analyses des ions chlorure Cl⁻ :

Le chlorure peut favoriser la corrosion de certains métaux (l'acier et l'aluminium) qui entrent dans la fabrication des canalisations, des pompes...

Les ions chlorures sont dosés en milieu neutre par solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. C'est un dosage volumétrique, où il y a formation d'un précipité blanc qui résulte de la réaction entre les ions argent et chlorure.

- Au virage, on observe un précipité rouge du chromate d'argent Ag₂CrO₄.
- La concentration en ion chlorure est exprimée par :

$$[\text{Cl}^-] = \{V(\text{AgNO}_3) \times 35 \times 10^{-1}\} \div V(\text{eau})$$

- [Cl⁻] exprimé en g/l.

d) Mesure de 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

e) Mesure de 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 1cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm, l'unité en micro siemens par centimètre (µs/cm).

f) Le chlore :

Puissants 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.

- ⇒ La concentration en chlore peut être exprimée en chlore libre, chlore actif, chlore total

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

Chlore totale :

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

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, subsiste un résiduel de chlore pour traiter la contamination éventuelle ultérieure de l'eau dans les réseaux, c'est ce qui assure le pouvoir rémanent du chlore.

2) Analyses bactériologiques :

a) La flore mésophile aérobie totale (FMAT) :

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 la flore mésophile aérobie totale

Protocole expérimentale :

- ⇒ Préparation du matériel (stérilisation en autoclave) : Boite de pétrie, tubes à essais, pipettes,
- ⇒ Préparations de milieu de culture :Gélose nutritif
- ⇒ Ensemencement de l'échantillon dans les boîtes (ensemencement en profondeur) :

- Pour la dilution 0, on met 1 ml de chaque eau dans la boite, puis on ajoute le milieu de culture
- Pour la dilution 10^{-1} , on met 1 ml de l'échantillon dans 10 ml de l'eau distillée, on agite, puis on prend 1 ml et on la coule dans la boite de pétrie
-

b) Les 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 β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié. La moitié 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.

- Milieu de culture utilisé : Désoxycholate de sodium

3) Résultats d'analyses

3-1) Analyses physico-chimiques

a) Variation des résultats de THT des différents types d'eaux :

Cette analyse nous a permis de faire une comparaison du taux de minéralisation entre les eaux avant et après chloration. (Tableau1), (Figure11).

	Eau de la RADEEF	Eau de station avant BAC	Eau de BAC	Eau de RAT
24-avr	26	25	24	10
26-avr	21	16	15	9
27-avr	21	22	25	10
28-avr	19	23	24	11
29-avr	16	17	17	15
02-mai	22	19	20	12
03-mai	24	22	21	12
04-mai	19	19	18	11
08-mai	21	20	19	9
09-mai	17	18	18	12
10-mai	20	19	17	10
12-mai	18	17	17	12

Tableau 1 : Résultats d'analyse de THT en ml

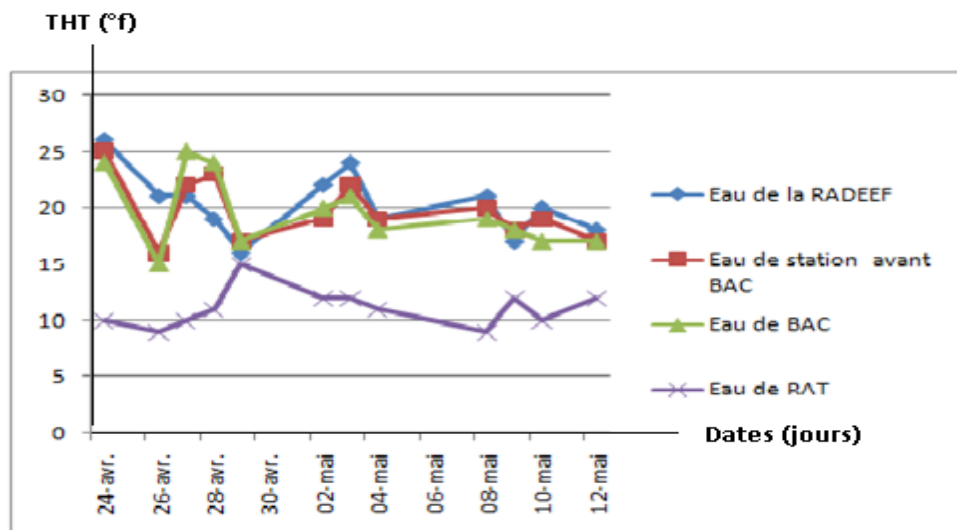


Figure 11 : Courbe d'évolution de THT des différents types d'eaux

Commentaire :

- Les résultats d'analyses du titre hydrotimétrie total (THT) de l'eau de station avant BAC et de l'eau de BAC par rapport à l'eau de la RADEEF sont proches de la norme (26-30 ml) et presque les mêmes, ce qui montre que le traitement de chloration n'influence pas sur la minéralisation de l'eau, par conséquent les ions Mg^{2+} et Ca^{2+} restent relativement stables.
- Concernant l'eau de la tour de refroidissement (RAT), on observe une diminution du taux des ions calcium et magnésium à cause du facteur de dilution résultant du mélange de : Eau de BAC et Eau d'osmoseur dans le bassin.

b) Variation des résultats de TAC des différents types d'eaux :

Le titre hydrotimétrie complet fait appel au pH des eaux car il est proportionnel au degré d'acidification à cause des ions carbonate. (Tableau 2), (Figure 12).

	Eau de la RADEEF	Eau de station avant BAC	Eau de BAC	Eau de RAT
24-avr	26	24	23	39
26-avr	32	28	28	36
27-avr	30	32	28	32
28-avr	35	34	30	40
29-avr	30	30	29	40
02-mai	25	29	28	36
03-mai	28	30	30	35
04-mai	28	30	28	33
08-mai	26	32	28	34
09-mai	26	34	31	40
10-mai	30	22	20	29
12-mai	32	33	30	40

Tableau 2 : Résultats d'analyse de THT en ml

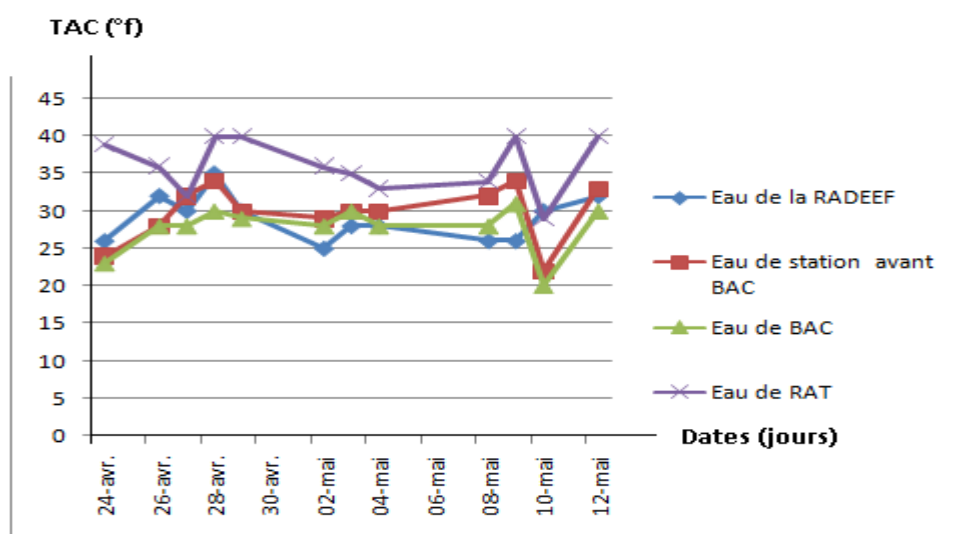


Figure 12 : Courbe d'évolution de TAC des différents types d'eaux

Commentaire

- Les résultats obtenus pour l'eau de tours de refroidissement sont élevés par rapport à ceux obtenus pour les eaux de la RADEEF, la station avant BAC et le BAC. Ils sont normaux et ceci est dû à la présence d'espèces basiques (hydrogénocarbonate HCO_3^- , les hydroxydes OH^- et carbonate CO_3^{2-}).
- Il y a diminution des valeurs de TAC entre l'eau de la RADEEF et l'eau de BAC et de l'avant BAC dans quelques échantillons à cause du traitement ou du temps de contact.
- Tous les résultats trouvés sont conformes et à la norme (25-40 ml).

c) Résultats d'analyses du chlorure :

La qualité microbiologique de l'eau se rapporte également aux enceintes et aux fermenteurs qu'ils doivent être de bonne qualité, l'augmentation du taux de chlorure stimule la corrosion de ces matériaux ce qui influence la rentabilité de la production.

En appliquant la relation de concentration de chlorure : $[\text{Cl}^-] = (6 \times 35 \times 10^{-1}) \div 1 = 21 \text{ g/l}$

	Eau de la RADEEF	Eau de station avant BAC	Eau de BAC	Eau de RAT
24-avr	21	17.5	21	14
26-avr	17.5	17.5	17.5	14
27-avr	21	17.5	17.5	14
28-avr	24.5	21	21	17.5
29-avr	24.5	24.5	17.5	14
02-mai	24.5	28	24.5	14
03-mai	24.5	28	24.5	21
04-mai	24.5	24.5	24.5	14
08-mai	24.5	24.5	24.5	17.5
09-mai	24.5	24.5	24.5	21
10-mai	24.5	21	21	21
12-mai	24.5	24.5	21	14

Tableau 3 : Résultats d'analyse du chlorure en ml

Commentaire

Les résultats d'analyses des différents types d'eau sont très proches et conformes ce qui explique que le taux de corrosion dans les enceintes est faible.

d) Variation des résultats du chlore total et libre :

Le chlore est le produit le plus utilisé pour rendre l'eau potable, et ce pour trois raisons : il est très efficace, peu coûteux et sans danger, mais sa concentration doit être acceptable dans cette eau pour qu'il soit apte à la consommation et à l'utilisation dans différents procédés.

Le tableau suivant (Tableau 4) récapitule le dosage de chlore dans chaque type d'eau traitée :

	Eau de la RADEEF		Eau de station avant BAC		Eau de BAC		Eau de RAT	
	Chlore total	Chlore libre	Chlore total	Chlore libre	Chlore total	Chlore libre	Chlore total	Chlore libre
24-avr	0,77	0 ,64	2,76	2,21	3,94	3,11	0,73	0,72
26-avr	0,81	0,69	2,91	2,4	3,8	3,33	0,81	0,5
27-avr	0,51	0,02	2,6	2,2	4	3,71	0,59	0,5
28-avr	0,44	0,25	3,36	3	4,26	3,81	0,51	0,47
29-avr	0,3	0,25	3,19	2,9	3,5	3,14	0,34	0,32
02-mai	0,25	0,15	2,58	2,19	2,71	2,22	0,64	0,63
03-mai	0,33	0,2	2,32	1,79	3,75	3,37	0,44	0,4
04-mai	0,3	0,24	2,34	1,89	3,98	3,71	0,41	0,39
08-mai	0,58	0,39	2,24	1,95	3,5	3,26	0,26	0,24
09-mai	0,54	0,4	2,16	2	3,21	2,91	0,57	0,52
10-mai	0,63	0,5	1,5	1,41	2,67	2,53	0,54	0,52
12-mai	0,17	0,10	2,72	2,4	3,53	3,01	0,47	0,44

Tableau 4 : Résultats d'analyse du chlore en mg/l

Valeurs du chlore (mg/l)

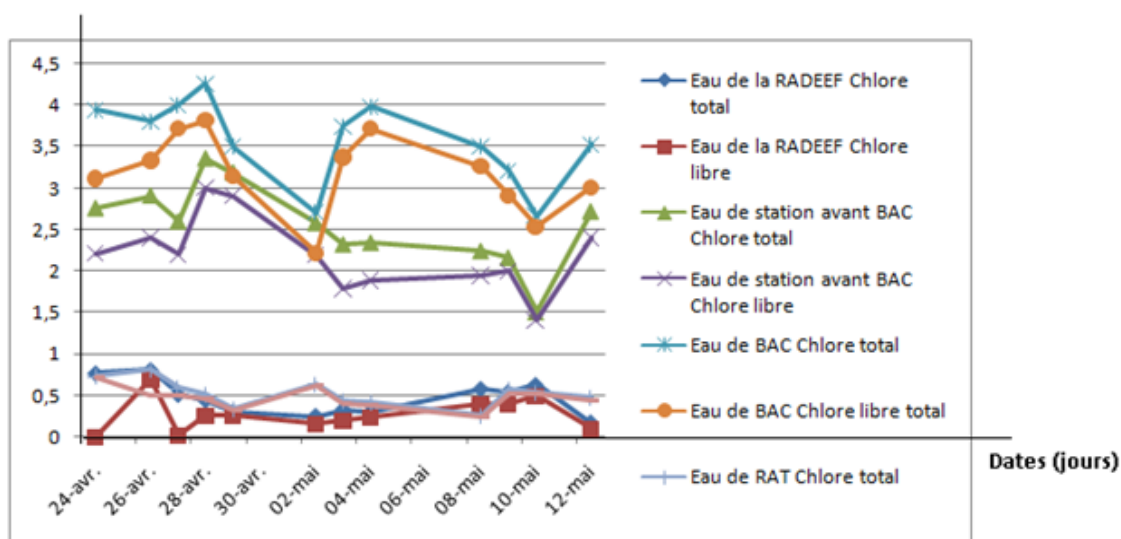


Figure 14 : Courbe d'évolution du chlore des différents types d'eaux

✚ Commentaire :

- Les valeurs du chlore total et libre pour l'eau de la RADEEF sont conformes, car cette eau doit posséder des valeurs abaissées du chlore pour qu'elle soit apte à la consommation humaine.
- Les résultats obtenus pour l'eau de la station avant BAC et l'eau de BAC sont plus élevés que l'eau de la RADEEF, car elles représentent le circuit de l'injection du chlore (l'eau de JAVEL).

- En comparant les valeurs obtenus pour l'avant BAC et le BAC, on observe qu'il y a une augmentation au niveau de l'eau de BAC, qui est expliqué par l'accumulation de cette eau dans le bassin en fonction du temps.
- Pour l'eau de RAT, on constate une diminution du taux de chlore à cause du mélange (Eau de BAC+ Eau d'osmoseur) qui provoque la dilution et par conséquent l'abaissement des valeurs du chlore.

e) Valeurs de la conductivité des différents types d'eaux :

	Eau de la RADEEF	Eau de station avant BAC	Eau de BAC	Eau de RAT
24-avr	1142	1149	1151	1585
26-avr	1144	1149	1154	1524
27-avr	1145	1157	1155	1630
28-avr	1057	1146	1148	1748
29-avr	1142	1148	1047	1800
02-mai	1144	1083	1144	1837
03-mai	1131	1146	1145	1733
04-mai	1131	1134	1139	1580
08-mai	1137	1142	1145	1695
09-mai	1142	1143	1140	1547
10-mai	1142	1147	1144	1556
12-mai	1136	1145	1148	1824

Tableau 5 : Résultats d'analyse de conductivité

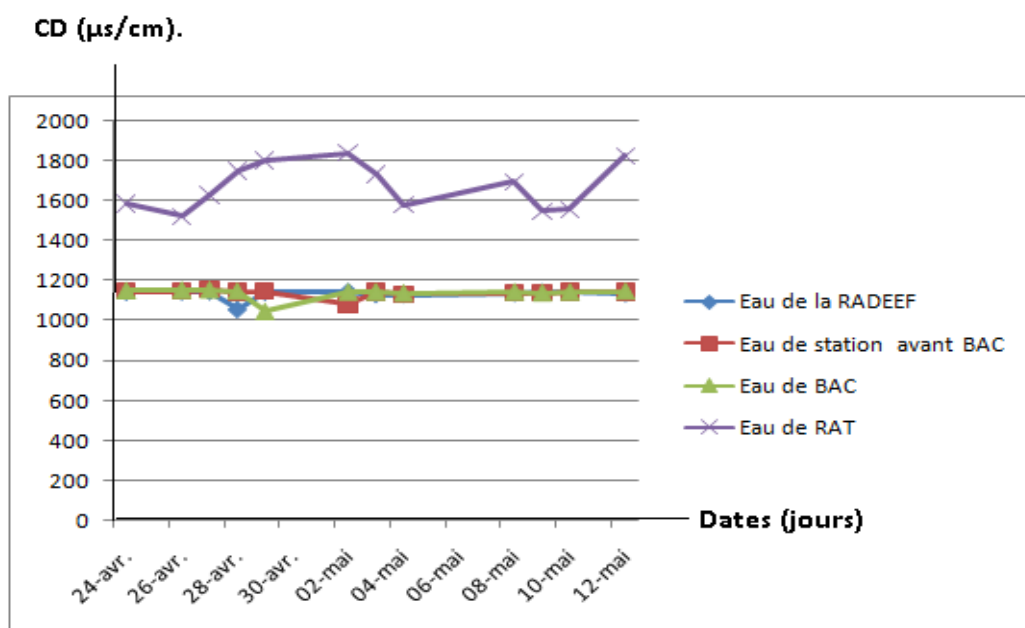


Figure 15 : Courbe d'évolution de la conductivité de différents types d'eaux

✚ Commentaire :

- L'analyse de la conductivité des différents types d'eaux, l'eau de la RADEEF, l'avant BAC et le BAC nous a donné des résultats similaires et ça s'explique par le fait que le traitement par chloration n'influence que faiblement sur la charge électrique.
- En ce qui concerne l'eau des tours de refroidissement (Eau de RAT), la conductivité augmente car celle-ci n'est pas pure et possède des matières en suspension. On peut considérer le contact entre l'eau et le filtre, la durée de circulation de l'eau dans les tuyauteries, également l'absence de réaction avec la matière organique engendre une augmentation de la charge électrique de cette eau.

f) Différents valeurs de pH des eaux potable et traité :

	Eau de la RADEEF	Eau de station avant BAC	Eau de BAC	Eau de RAT
24-avr	7.69	7.97	8	8.25
26-avr	7.54	7.77	7.89	8.35
27-avr	7.58	7.78	7.85	8.33
28-avr	7.74	7.86	7.98	8.42
29-avr	7.69	7.85	7.95	8.51
02-mai	7.71	7.83	7.87	8.24
03-mai	7.68	7.81	7.87	8.25
04-mai	7.66	7.55	7.80	8.08
08-mai	7.63	7.78	7.97	8.40
09-mai	7.70	7.70	7.84	8.12
10-mai	7.64	7.72	7.98	8.36
12-mai	7.88	8.01	8.09	9.4

Tableau 6 : Résultats d'analyse de pH

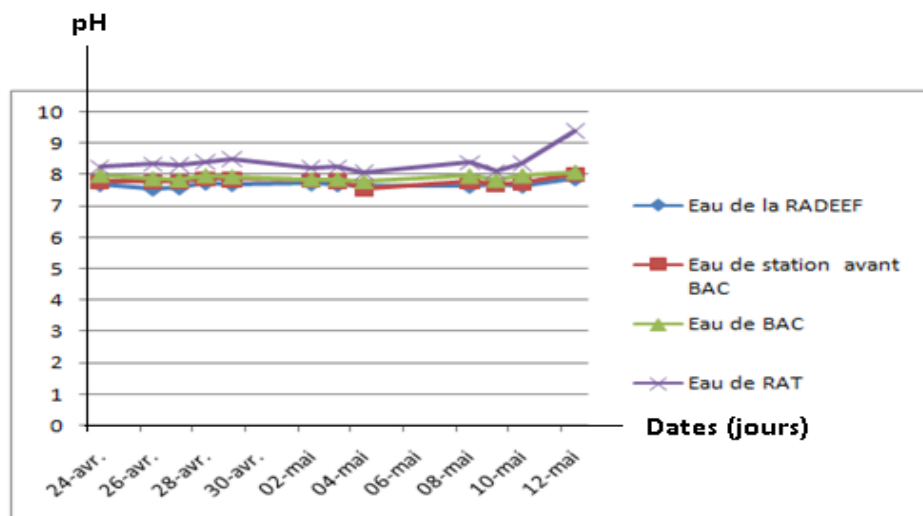


Figure 16 : Courbe d'évolution de pH de différents types d'eaux

Commentaire :

Le potentiel hydrogène (pH) constitue l'un des paramètres fondamentaux de l'eau à analyser, sa valeur doit être acceptable pour chaque type d'eau.

Les résultats obtenus sont approximativement les mêmes, à l'exception de l'eau de RAT qui présente des valeurs élevées et ça dû toujours au mélanges des eaux (Eau d'osmoseur + Eau de BAC).

3-2) Analyses bactériologiques :

a) Résultats de dénombrement de la FMAT et des CTs avant et après chloration :

Les tableaux suivants (Tableau 7 et Tableau 8) présentent les résultats de dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) et les coliformes totaux (CTs) pour chaque source d'eau avant et après traitement avec le chlore.

	Eau de la RADEEF	Eau de station avant BAC	Eau de BAC	Eau de RAT
24-avr	0	0	0	Icomptable
26-avr	0	0	0	Icomptable
27-avr	0	0	0	Icomptable
28-avr	0	0	0	Icomptable
29-avr	0	0	0	Icomptable
02-mai	0	0	0	Icomptable
03-mai	0	0	0	Icomptable
04-mai	0	0	0	Icomptable
08-mai	0	0	0	Icomptable
09-mai	0	0	0	Icomptable
10-mai	0	0	0	Icomptable
12-mai	0	0	0	Icomptable

Tableau 7 : Résultats du dénombrement de la FMAT

	Eau de la RADEEF	Eau de station avant BAC	Eau de BAC	Eau de RAT
24-avr	0	0	0	0
26-avr	0	0	0	0
27-avr	0	0	0	0
28-avr	0	0	0	0
29-avr	0	0	0	2
02-mai	0	0	0	0
03-mai	0	0	0	0
04-mai	0	0	0	0
08-mai	0	0	0	3
09-mai	0	0	0	1
10-mai	0	0	0	0
12-mai	0	0	0	0

Tableau 8 : Résultats du dénombrement des CTs

Commentaire:

- D'après les résultats de dénombrement de la FMAT et des CT pour l'analyse de l'eau de la RADEEF et l'eau chlorée, nous constatons qu'il ya absence total de la FMAT et des coliformes totaux.

- L'analyse bactériologique de ces deux types d'eau (Eau de la RADEEF et l'eau chlorée) nous a permis de conclure que la chloration est mise en place pour assurer une eau de bonne qualité sur le plan microbiologique.
- Pour l'eau de RAT, on a obtenu un tapi incomptable des bactéries, des moisissures et des levures, ainsi, présence des CTs pour certains échantillons.

Conclusion

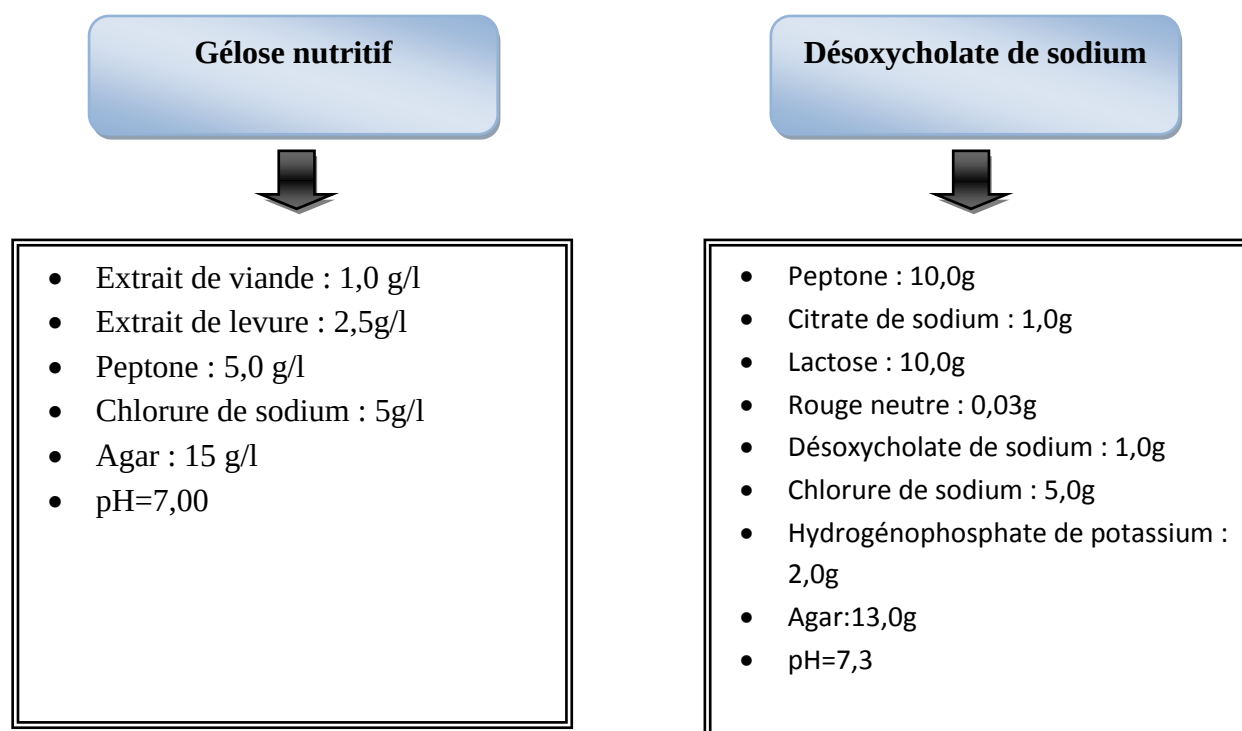
L'eau est considérée comme l'élément indispensable dans l'industrie agroalimentaire, que ce soit pour le nettoyage ou comme ingrédient indispensable dans la production alimentaire.

LESAFFFRE-Maroc dispose d'un circuit d'eau qui subit un traitement spécifique qui vise à détruire les microorganismes pathogène et garder stable les paramètres physico-chimiques, (THT, TAC, Cl-, pH, conductivité et le chlore) qui peuvent influencer négativement sur le fonctionnement en causant des problèmes techniques au cours de la fabrication ainsi que dans le produit fini. Donc, le système est toujours en surveillance, et les responsables de la production, maintenance et qualité sont toujours à la recherche d'optimiser le rendement du système de chloration.

Ce stage était une expérience professionnelle très enrichissante par l'approfondissement de mes connaissances dans le procédé de traitement de l'eau industrielle et ses utilisations dans la chaîne de fabrication entière.

Annexes

Composition des milieux de culture utilisés :



Consignes et normes des analyses effectuées pour les deux types d'eau :

Eau de la RADEEF	Eau chlorée	Eau de RAT
- THT : [26-30] (°f) - TAC : [25-40] (°f) - Cl⁻ : [15-40] g/l - pH : [7-8] - CD : [1000-1200] (µs /cm) - Chlore total : [0,1-1](mg/l) - Chlore libre : [0,1-1](mg/l)	- THT : [26-30] (°f) - TAC : [25-40] (°f) - Cl⁻ : [15-40] g/l - pH : [7-8] - CD : [1000-1200] (µs /cm) - Chlore total : [2-4](mg/l) - Chlore libre : [2-4](mg/l)	- THT : [10-25] (°f) - TAC : [25-40] (°f) - Cl⁻ : [10-30] g/l - pH : [8-9] - CD : [1000-1900] (µs /cm) - Chlore total : [0,1-1](mg/l) - Chlore libre : [0,1-1](mg/l)

Référence bibliographique

- ⇒ BOUQUADIDA Ilham, Dosages d'alcool au cours de la production de la levure. Mise en place d'une nouvelle méthode « colorimétrie », 2011/2012.
- ⇒ ALAMI Leila, Suivi des analyses physico-chimiques de la levure pressée en glacière, 2015/2016.
- ⇒ BAYA Sara, Analyses physico-chimiques des tours de refroidissement, 2014/2015.
- ⇒ Chimie des oxydants et traitement des eaux, MARCEL DORE.
- ⇒ FEGOUSSE Ahlam, Etude par ACP de l'eau potable avant et après chloration et son impact sur le produit fini, 2014/2015
- ⇒ LAZRAK Chaimae et JILAL Fadoua, Etude thermique d'un échangeur à plaques et joints, 2013/2014