

UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES

Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences et Techniques
«Bioprocédés, Hygiène & sécurité alimentaires»

Analyses microbiologiques de l'eau des tours de refroidissement (TAR) au sein de l'entreprise « LESAFFRE » Maroc-Fès

Présenté par : Fadia EL HAMDANI

Soutenu le 16 - juin- 2015:

Devant le jury composé de :

- Mr. A. BENNANI (LESAFFRE Maroc-Fès)
- Mr. A. BELRHITI ALAOUI (FST-Fès)
- Mr. TAHRI JOUTI Med Ali (FST-Fès)

Année universitaire
2014/2015



LISTE D'ABRÉVIATIONS

α . L1 : Alpha Laval 1
AgCl : Chlorure d'Argent (solide)
AgNO₃ : Nitrate d'Argent (aqueux)
BT : Bactéries Totales
Cl⁻ : ion chlorure
C.C : Crème Chaude
C.F : Crème Froide
CT : Coliformes Totaux
E.C : Eau Chaude
E.E : Entrée d'Échangeur
E.F : Eau Froide
E.S : Sortie d'Échangeur
FMAT : Flore Mésophile Aérobie Totale
GNG : Gélose Nutritive Glucosée
K₂CrO₄ : chromate de potassium
NO₃⁻ : Nitrate
N : Normalité
ppm : partie par million
RAT : Refroidissement Atmosphérique
TAR : Tour Aéro-Réfrigérante
T° : Température
UFC : Unité Formant Colonie



REMERCIEMENTS

Monsieur A. BENNANI, encadrant externe à l'entreprise LESAFFRE Maroc,

Je vous remercie de m'avoir accueilli dans votre service, grâce à votre confiance j'ai pu m'accomplir mes objectifs . Ce fut pour moi un stage très enrichissant.

Monsieur BOUKHATEM, responsable de la souche et Laboratoire de la bactériologie LESAFFRE Maroc,

Je vous remercie de m'avoir aidé pour améliorer mes compétences durant ce stage, et vous m'avez donné confiance et motivation pour atteindre mes objectifs.

Messieurs les praticiens, techniciens, aides de laboratoire,

Merci à tous pour votre accueil, votre aide et votre bonne humeur. Ce fut un plaisir de travailler à vos côtés. Mention spéciale à **Mr. MAAZOUZ** et **Mr. Rachid** et **Mr. BOUQUADIDA** et **Mr. HAJJAMI** de votre gentillesse et de votre aide, ainsi je suis très reconnaissante pour votre bienveillance.

Monsieur A. BELRHITI ALAOUI, encadrant interne à FST-Fès,

Je vous remercie de m'avoir honoré de votre encadrement de ce projet, et vous m'avez beaucoup aidé à comprendre les problématiques possibles et sans oublier votre écoute et vos conseils qui m'ont permis d'avancer.

Je remercie également **Monsieur TAHRI JOUTI Mohamed Ali** pour avoir accepté de porter jugement sur ce travail.



SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
• Présentation de la structure d'accueil	5
1. LESAFFRE Maroc-Fès	5
2. Produits fabriqués et commercialisés par LESAFFRE Maroc-Fès	5
3. Organisation du laboratoire	6
3.1. Plan du laboratoire	7
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	8
• <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	8
1. Généralités sur <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	8
2. Chaîne de fabrication de levure de boulanger	10
MATÉRIEL ET MÉTHODES	12
• Matériel	13
1. Eau des tours aéro-réfrigérantes	13
1.1. C'est quoi une TAR?.....	13
a. Fonctionnement d'une TAR	13
a. Principaux éléments constitutifs des TARs	14
a. Principaux types des TARs.....	14
c.1. Tour aéro-réfrigérante à circuit ouvert	15
c.2. Tour aéro-réfrigérante à circuit fermé	16
2. Milieux de culture utilisés et germes recherchés.....	17
1.2. Composition des milieux de culture et type de germe recherché.....	17
• Méthodes.....	18
1. Analyses Bactériologiques	18
2. Analyses Physico-chimiques	19
RÉSULTATS	20
• Résultats Bactériologiques.....	21
• Résultats Physico-chimiques	23
DISCUSSION	24
CONCLUSION	25
RÉFÉRENCES	26

INTRODUCTION

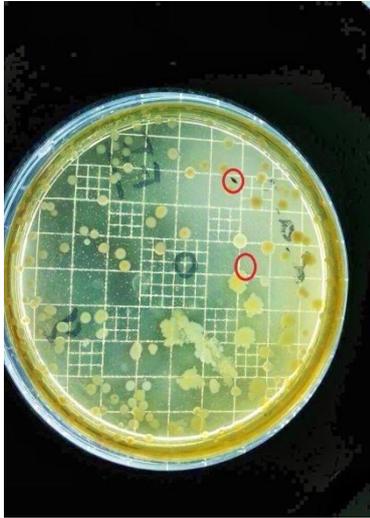


Figure 1: Schéma du système de refroidissement de la crème de levure.

Présentation de la structure d'accueil

1. LESAFFRE Maroc-Fès

C'est un groupe familial, né en 1975 dans le Nord de la France, LESAFFRE est aujourd'hui un acteur mondial de référence à la fois multi-local et pluriculturel.

Avec un chiffre d'affaires de 1,5 milliard d'euros en 2014, LESAFFRE emploie

7 700 collaborateurs répartis dans plus de 80 filiales implantées dans une quarantaine de pays. Ses produits sont distribués dans plus de 180 pays.

2. Produits fabriqués et commercialisés par LESAFFRE Maroc-Fès

Tableau 1: Produits commercialisés par LESAFFRE Maroc-Fès.

Forme	Levure fraîche	Levure sèche		Améliorant	
		 Active Instantanée			
Nom du produit					



3. Organisation du laboratoire

En 2006, un laboratoire a été créé à LESAFFRE Maroc-Fès, constitué d'une équipe marocaine

Présent pour répondre aux besoins des contrôles microbiologiques et physico-chimiques dans le but d'assurer une qualité hygiénique du produit fini.

Le laboratoire LESAFFRE Maroc-Fès est divisé en 2 :

- Laboratoire de Bactériologie

Il est divisé en 4 salles :

- Salle de Pathogènes, spécifique pour la recherche des germes pathogènes.
- Salle des analyses bactériologiques.
- Salle de préparation du milieu de culture et stérilisation = Autoclavage.
- Salle de stockage des différents composants de milieu de culture et du matériel stérile.

- Laboratoire de Physico-chimie

Il est divisé en 3 salles :

- Salle de Panification où s'évalue la force fermentaire de la levure.
- Salle de Stockage des solutions et composants chimiques et matériel.
- Salle des analyses physico-chimiques : Dosage d'azote et de phosphate, conductivité, pH, matière sèche, colorimétrie, conservation de 2 ; 7 jours...

- Salle de réception du matériel utilisé dans les 2 laboratoires .
- 2 vestiaires, un pour les stagiaires et l'autre pour les employeurs dans le laboratoire.

3.1. Plan du laboratoire

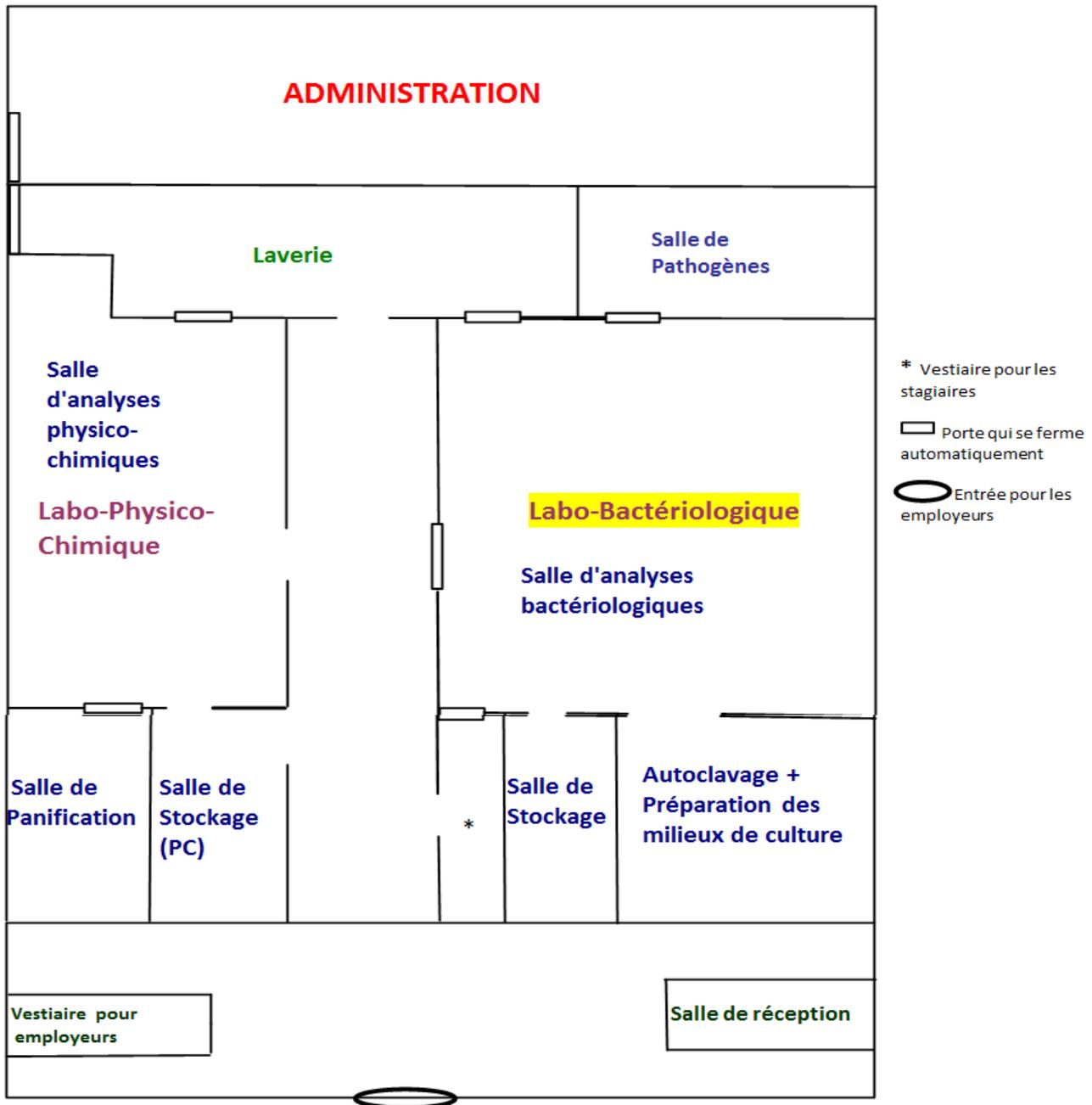


Figure 2 : Plan du Laboratoire LESAFFRE Maroc-Fès.

D'après ce plan, on peut dire que le laboratoire de bactériologie est bien structuré, et que la possibilité d'avoir une aéro-contamination est presque rare, car ils s'utilisent des portes automatiques, tout est fermé et les assainissements se trouvent à l'extérieur du laboratoire.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

➤ *Saccharomyces cerevisiae*

1. Généralités sur *Saccharomyces cerevisiae*

S. cerevisiae est un champignon microscopique de type unicellulaire, où présentant dans son cycle biologique une phase unicellulaire pondérante.

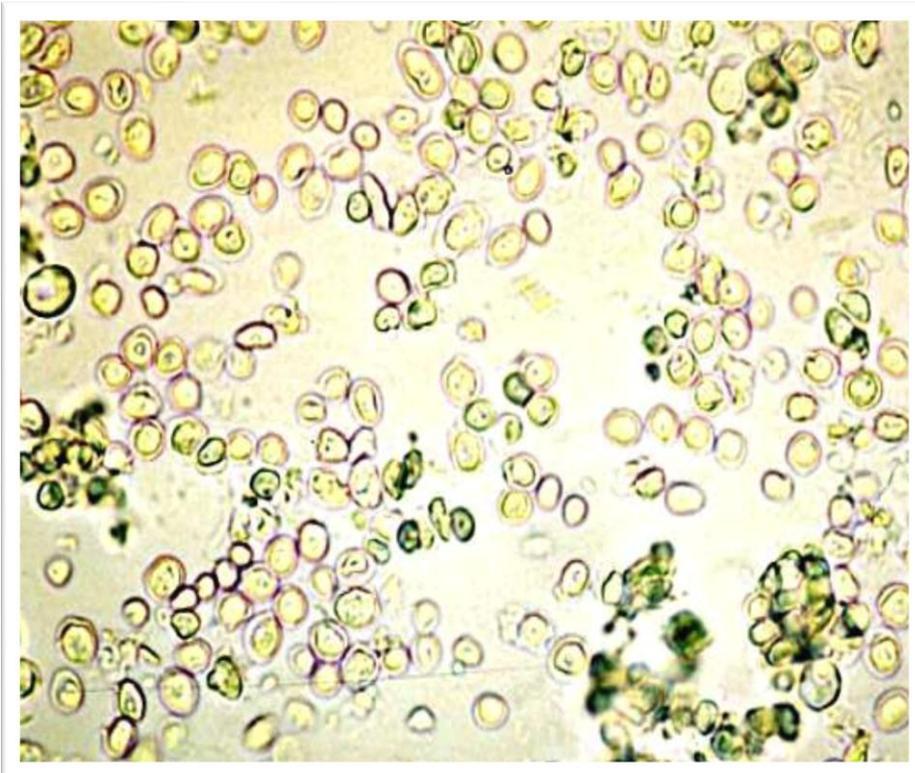


Figure 3 : *S.cerevisiae* vue par Microscope optique (x100)

▪ Utilisations :

- *Saccharomyces cerevisiae* est la principale levure pour la production vinicole (forte capacité de fermentation, tolérance au faible pH et aux hauts niveaux d'alcool), et de bière (fermente en présence d'oxygène).
- Outil biotechnologique pour le production de protéines d'intérêt commercial.
- Outil de criblage de nouveaux médicaments.
- C'est un des principaux modèles cellulaires eucaryotes en recherche fondamentale du fait de la performance des outils génétiques et de biologie moléculaire et cellulaire qui y ont été développés.

- Structure cellulaire :

S. cerevisiae a une structure de type eucaryote avec:

- une paroi de glucane, mannane, protéines.
- un espace périplasmique.
- une membrane en bicouche lipidique.
- un noyau avec un nucléole des vacuoles.
- un appareil de sécrétion (RE, golgi, vésicules de sécrétion) des mitochondries....

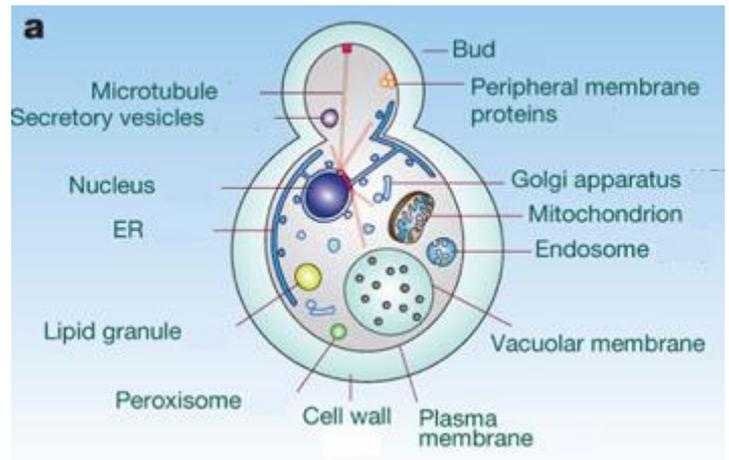


Figure 4 : Structure cellulaire de *S. cerevisiae*.

- Matériel génétique :

- Le génome de *S. cerevisiae* contient 16 chromosomes + de l'ADN mitochondrial et un plasmide.
- Les chromosomes contiennent des centromères et des télomères, plus simples que ceux des eucaryotes supérieurs.
- Le génome de *S. cerevisiae* contient environ 6,200 gènes.
- A peu près 1/3 des gènes ont été caractérisés par des analyses génétiques, 1/3 présentent des homologies permettant la détermination de leur fonction et 1/3 ne sont homologues à aucun gène connu.

2. Chaîne de fabrication de levure de boulanger

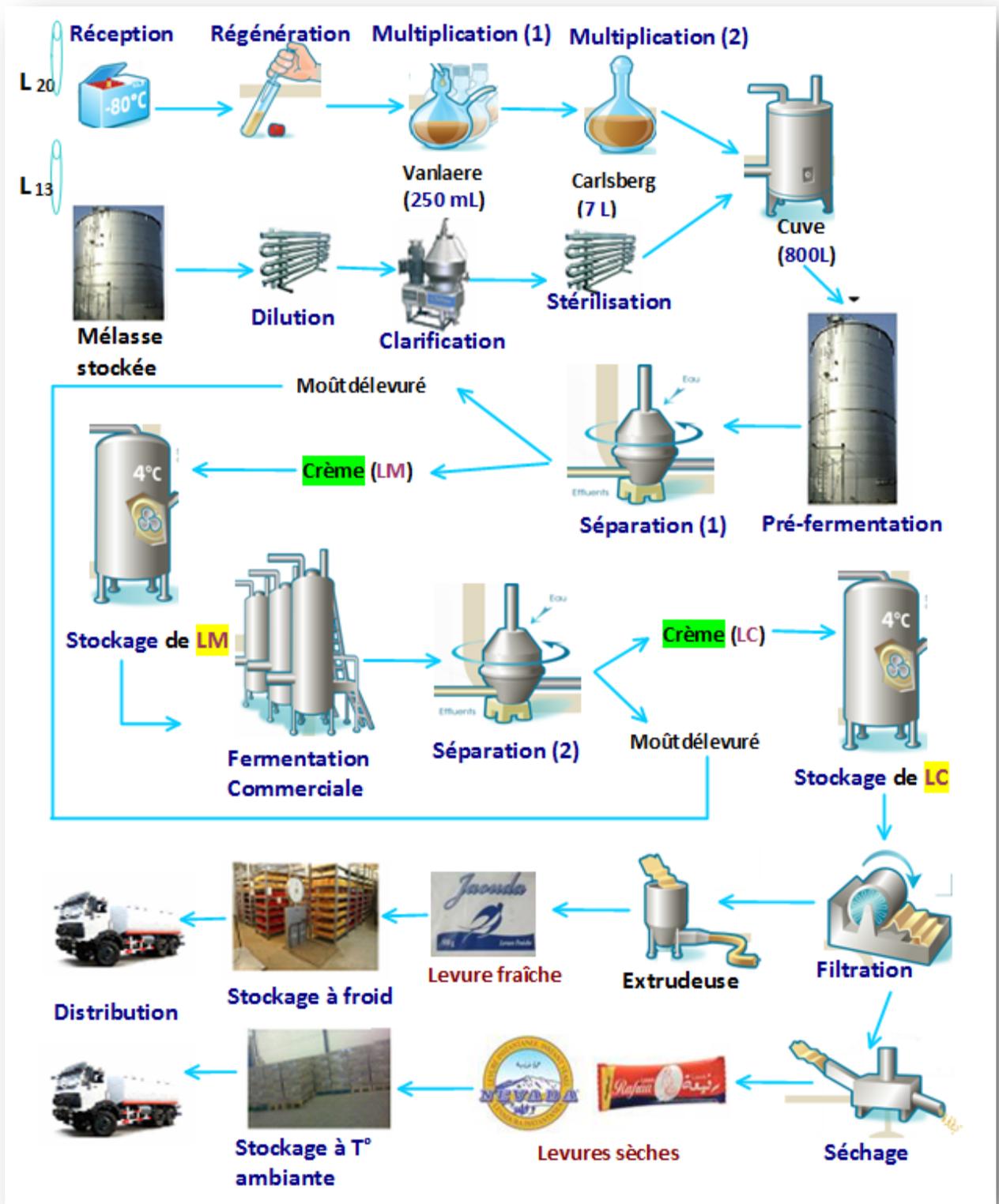


Figure 5 : Chaîne de production de levure de boulanger.



A partir de la figure 5, *S.cerevisiae* passe par les étapes suivantes pour la production des dizaines de tonnes de levure de boulanger :

❖ Réception :

Chaque mois LESAFFRE Maroc-Fès reçoit de la société mère 2 types de souche de *S. cerevisiae*, L₂₀ destinée pour la levure fraîche et L₁₃ pour levure sèche, ces 2 souches sont conservées à -80°C dans des tubes inclinés.

❖ Régénération :

L'opérateur prélève la totalité des colonies de ces 2 souches, puis lesensemencer dans des tubes contenant un milieu de culture appelée «Yeast Molds ».

❖ Multiplication (1) :

Le contenu formé au cours de la régénération estensemencé dans un petit cône appelé « Vanlaere », qui contient un milieu nutritif incubé à 30°C.

❖ Multiplication (2) :

Après quelques heures de la 1^{ère} multiplication, on passe à un volume plus grand de 7 L qu'on appelle « Carlsberg » pour une 2^{ème} multiplication .

❖ Pré-fermentation :

Après avoir ajouter de la mélasse à une cuve de 800 L et des sels nutritifs et de l'air stérile plus une agitation , on transvase le liquide formé dans un pré-fermenteur ,dont on peut récolter quelques kilos de levure.

❖ Séparation (1) :

Le liquide formé au cours de la pré-fermentation=moût , est ensuite séparé en moût délevuré et en crème (Levure Mère=LM).

❖ Stockage à 4°C :

Après la 1^{ère} séparation et la 2^{ème} ,les 2 types de la crème vont être stockées à 4°C pour ralentir le métabolisme.

❖ Fermentation commerciale :

Pendant cet étape ,on récolte des dizaines de tonnes de levure à partie de la levure mère (LM) séparée

❖ Séparation (2) :

le même principe que pour la 1^{ère} séparation , on obtient un moût délevuré qui va être éliminé vers les égouts ou utilisé comme engrais, plus une crème appelé (Levure commerciale=LC)

❖ Filtration :

Se fait par des filtres rotatifs et on obtient un gâteau

❖ Séchage :

Pour les levures sèches, se fait par de la vapeur stérile.

❖ Extrudeuse :

Pour les levures fraîches

❖ Emballage puis stockage ,et finalement une distribution.



MATÉRIEL ET MÉTHODES

➤ Matériel

1. Eau des tours aéro-réfrigérantes

Dans le but d'assurer l'hygiène des TAR, il y a deux points critiques qu'il faut les contrôler pour éviter d'avoir une contamination ou formation des biofilms (communauté des germes capable d'excréter un exo-polysaccharide (EPS), qui se forme sur des surfaces en contact avec de l'eau), ceci réduit l'efficacité du transfert de la chaleur entre l'eau froide et la crème chaude.

Il y a tout d'abord l'eau de la tour de refroidissement (α . L1) et l'eau de l'entrée d'échangeur(E.E) et la sortie d'échangeur (E.S) pour savoir l'origine du problème.



Figure 6: Echantillon à analyser.

1.1. C'est quoi une TAR?



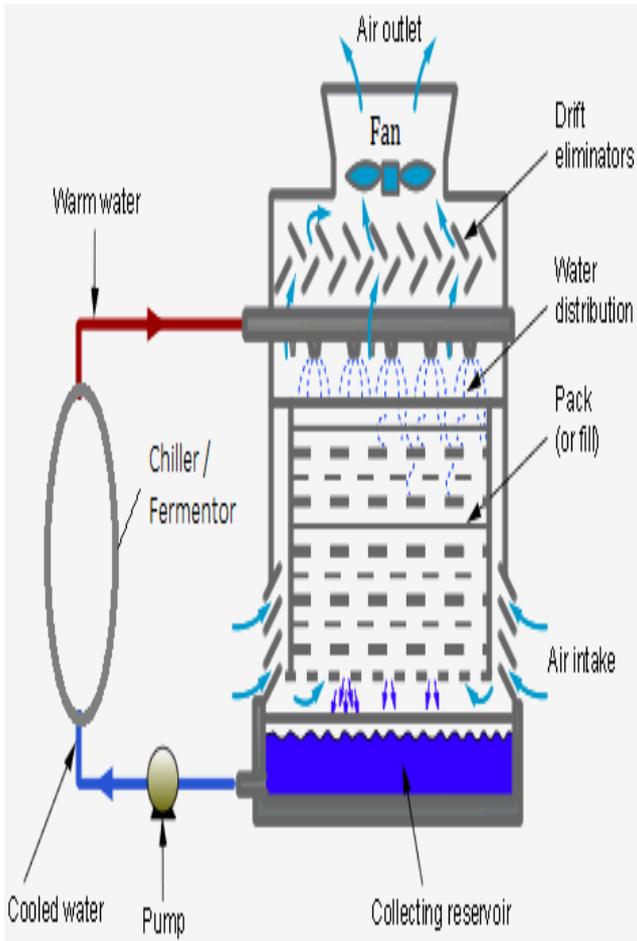
TAR ou **Tour Aéro-Réfrigérante** est un échangeur de chaleur "air/eau", dans lequel l'eau à refroidir est en contact direct avec l'air ambiant.

a. Fonctionnement d'une TAR

L'eau chaude est pulvérisée de la partie haute de TAR par disperseurs, dont l'air traverse le système par une ventilation qui sert à refroidir l'eau chaude par une évaporation. L'eau refroidie est récupérée dans un bassin avant d'être pompée vers l'équipement à refroidir.

Figure 7 : Photo d'une TAR de la société LESAFFRE Maroc-Fès.

a. Principaux éléments constitutifs des TARs



Fan= ventilateur : circulation d'air.

Drift eliminators=éliminateur des gouttes.

Water distribution=distribution d'eau.

Pack=surface de ruissellement : transfert thermique entre l'air et l'eau (nid d'abeilles).

Collecting reservoir=bassin : récupérer l'eau refroidie.

Pump=pompe : aspirer ou souffler l'eau dans les circuits.

Chiller= échangeur thermique : mettre en contact thermique l'eau froide et le fluide à refroidir.

Fermentor=fermenteur : refroidissement se fait justement de la partie extérieur du fermenteur par l'eau froide du bassin.

Figure 8 : Schéma représentant des principaux éléments constitutifs d'une TAR.

a. Principaux types des TARs

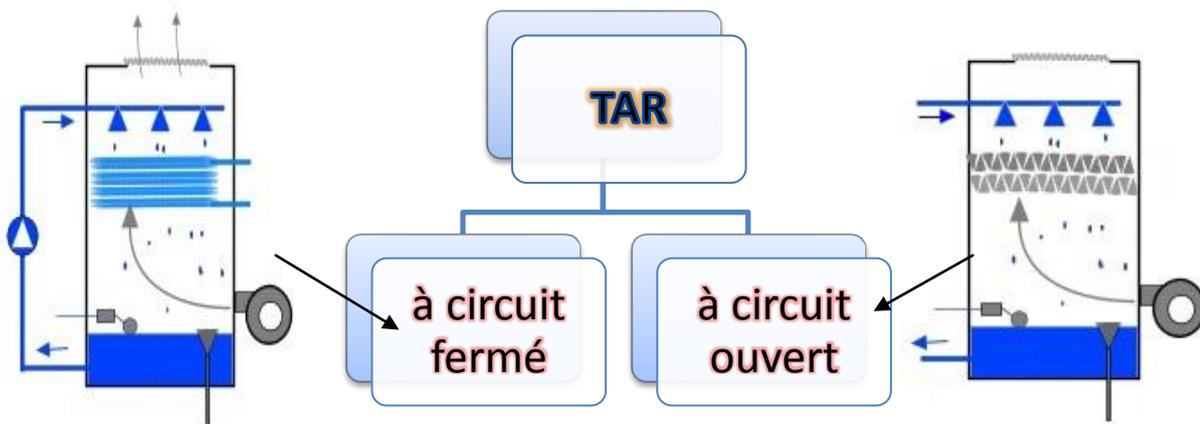


Figure 9 : Schéma représentant les principaux types des TARs.

c.1. Tour aéro-réfrigérante à circuit ouvert

L'eau chaude est répartie en fines gouttelettes par des buses de la rampe de dispersion et ruisselle de haut en bas sur une surface de ruissellement dans lequel circule à contre-courant de l'air assurant ainsi le refroidissement par évaporation d'une partie de cette eau.

L'eau refroidie est ensuite recueillie dans un bassin puis réinjectée par une pompe vers un échangeur thermique qui permet de refroidir le moût (fluide) chaud, comme démontre la figure suivante :

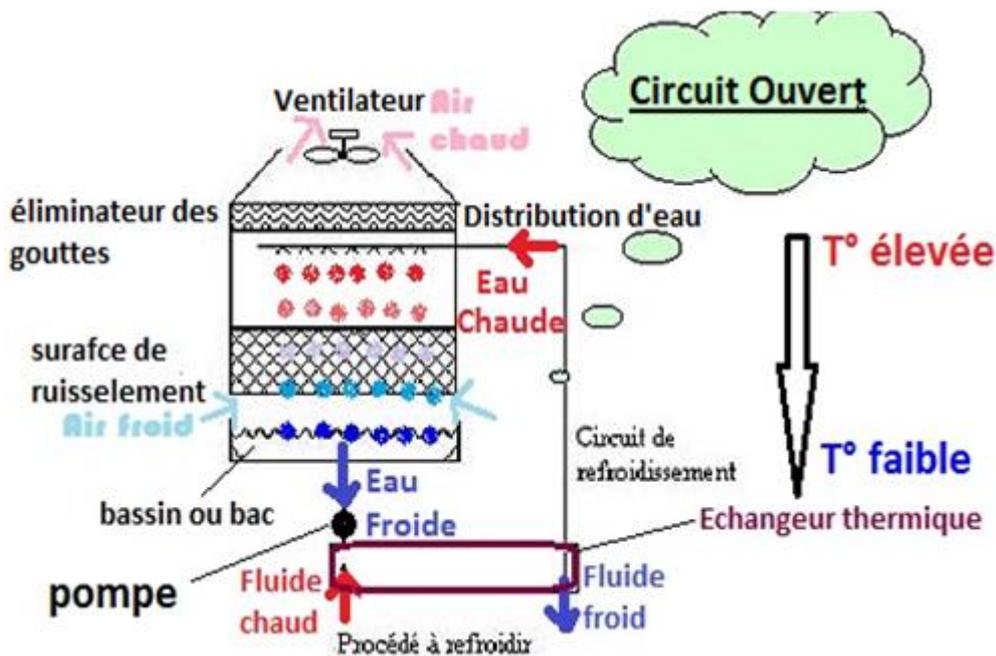


Figure 10 : Schéma du circuit de l'eau refroidie provenant d'une TAR à circuit ouvert.

c.2. Tour aéro-réfrigérante à circuit fermé

Elle fonctionne selon le même principe, mais au lieu d'avoir une surface de ruissellement, on a un échangeur alimenté contre-courant par de l'eau refroidie qui permet le transfert thermique indirect entre l'eau refroidie et le moût chaud.

Un bassin contient la quantité d'eau nécessaire au refroidissement de l'échangeur celle-ci ruisselle sur les tubes de l'échangeur par des buses en partie haute de la tour.

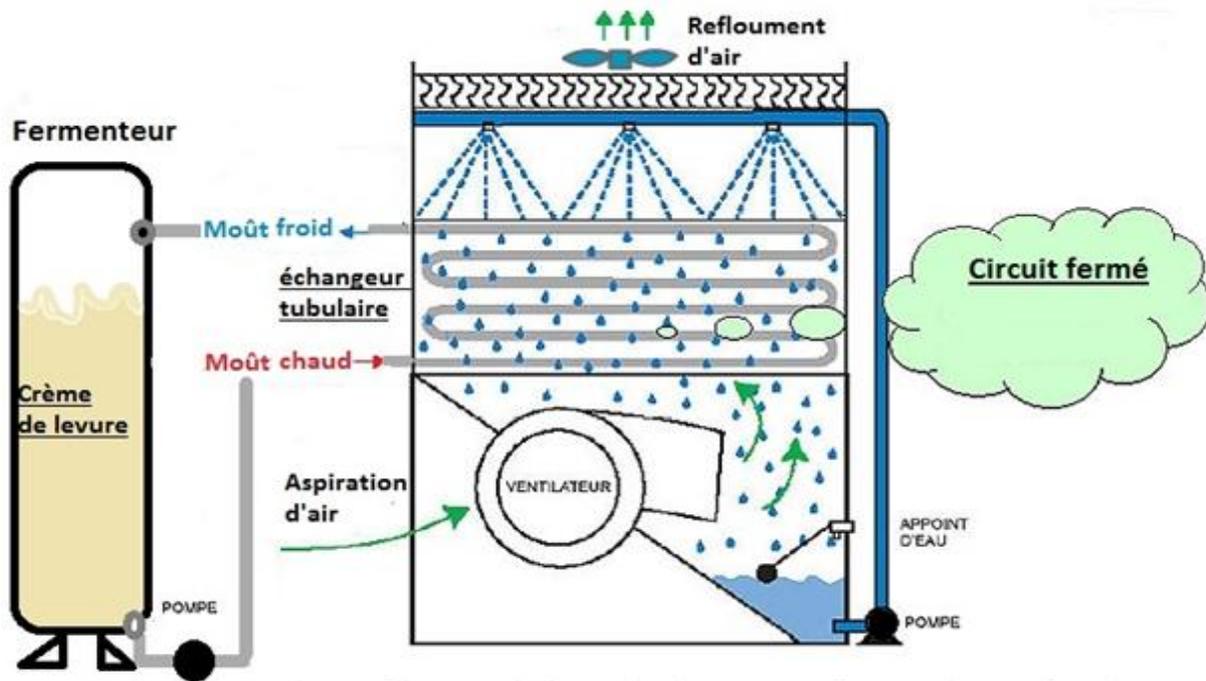


Figure 11 : Schéma du circuit de l'eau refroidie provenant d'une TAR à circuit fermé.

2. Milieux de culture utilisés et germes recherchés

1.2. Composition des milieux de culture et type de germe recherché

On va utiliser deux types différents de milieu de culture :



Tableau 2 : Composition des milieux de culture et type de germe recherché.

Milieu de culture	Composition	Germe recherché
Gélose Nutritive Glucosée (GNG)	<ul style="list-style-type: none"> - Peptone - Extrait de levure - Glucose - Agar Agar - Vert de Bromocresol - Actidione 	Bactéries Totales (BT)
Désoxycholate	<ul style="list-style-type: none"> - Tryptone - Extrait autolytique de levure - Glucose - Agar Agar 	Coliformes Totaux (CT)

1. Analyses Bactériologiques

* Dilution, pour les Bactéries Totales.

* Ensemencement en profondeur, les CT sont des anaérobies strictes (deux couches de Désoxycholate), et les BT sont des anaérobies facultatives, (une seule couche de Désoxycholate).

* Incubation, après refroidissement de gélose, on incube les BT pendant 72h à 30°C et les CT pendant 24h à 30°C.

* Dénombrement par un compteur de colonies numérique.

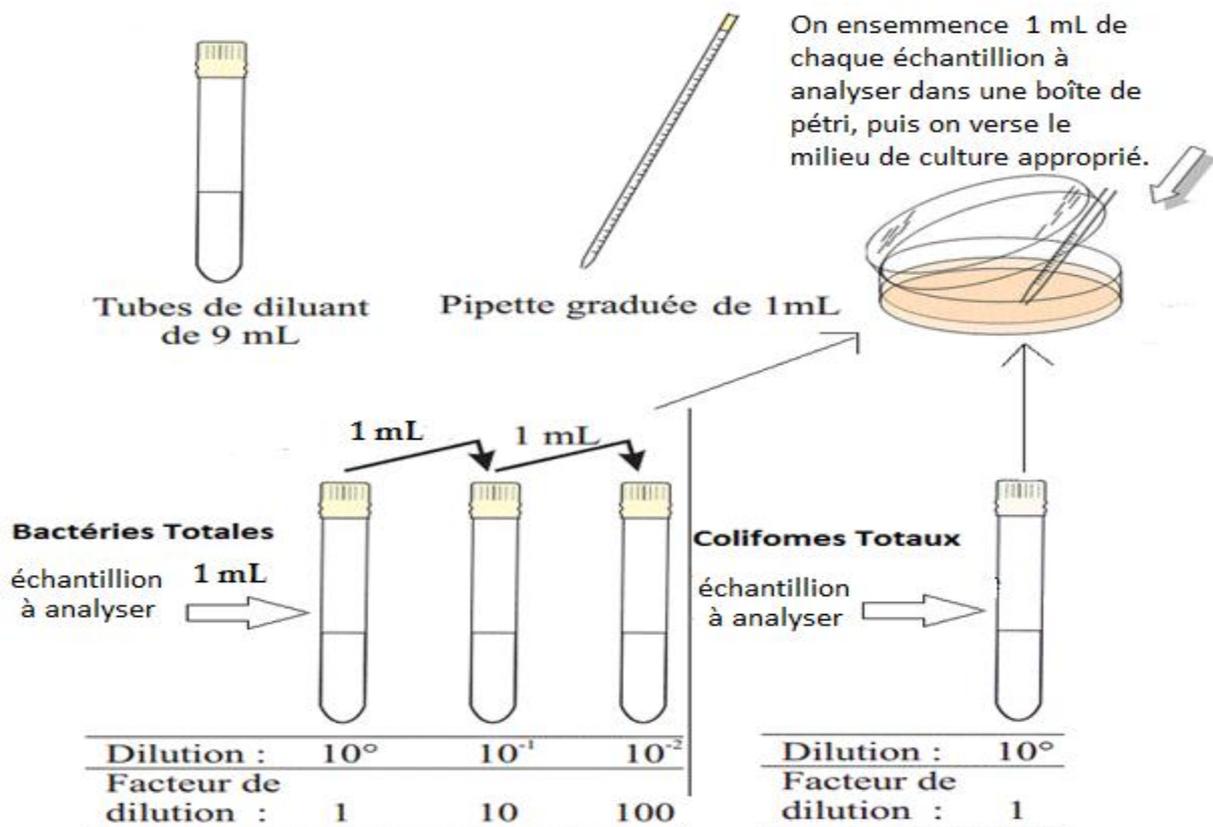


Figure 12: Mode opératoire d'analyse microbiologique de l'eau d'une TAR et d'échangeur à plaques.



2. Analyses Physico-chimiques

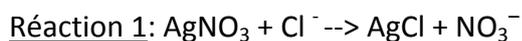
Parmi les analyses physico-chimiques faites par la société LESAFFRE Maroc-Fès on trouve le dosage de chlore, dans le but d'évaluer le taux de chlore actif utilisé dans la chloration.

La chloration est un traitement utilisé pour désinfecter les tours de refroidissement, où le chlore est employé sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de javel). Dans l'eau, le chlore libre peut se trouver sous forme Cl^- .

Pour déterminer le teneur en Cl^- dans l'eau, on procède un dosage de 50 mL d'échantillon à analyser avec (N/100) en présence de K_2CrO_4 .

À La fin de la réaction, on a l'apparition d'une teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent Ag_2CrO_4 .

Les réactions mises en jeu dans ce dosage :



L'utilisation de K_2CrO_4 est basée sur la propriété de l'ion CrO_4^{2-} de donner avec ion Ag^+ un précipité rouge brique de Ag_2CrO_4 qui ne commence toutes fois à se déposer qu'après que les ions Cl^- à doser ont été pratiquement tous précipités sous forme de AgCl .



RÉSULTATS

Résultats Bactériologiques

Les résultats sont représentés selon la formule suivante :

$$[\text{Germe}] = \frac{\text{Nombre de colonies}}{\text{Volumeensemencé}(1 \text{ mL})} \times \text{Facteur de dilution (en UFC/mL)}$$

Tableau 3 : Concentration en Coliformes Totaux (UFC/mL) dans les trois stations (α . L1 ; E.E et E.S).

Germe recherché	[Coliformes Totaux] (UFC/mL)		
	α . L1	E.E	E.S
Date/station			
22-avril	0	0	0
24-avril	0	0	0
28-avril	0	0	0
02-mai	15	14	12
05-mai	0	0	0
07-mai	0	0	0
09-mai	0	0	0
14-mai	0	0	0
18-mai	6	0	0
20-mai	0	0	0
Moyenne	2,1	1,4	1,2
Maximum	15	14	12
Minimum	0	0	0

Tableau 4 : Concentration en Bactéries Totales (UFC/mL) dans les trois stations (α . L1 ; E.E et E.S).

Germe recherché	[Bactéries Totales] (UFC/mL)		
	α . L1	E.E	E.S
Date/Station			
22-avril	2640	5000	3400
24-avril	0	0	0
28-avril	1500	4000	2500
02-mai	16000	26000	14000
05-mai	2000	2400	3800
07-mai	11000	12400	13400
09-mai	500	1000	300
14-mai	3400	4000	2500
18-mai	119000	39000	35000
20-mai	0	0	0
Moyenne	15604	9380	7490
Maximum	119000	39000	35000
Minimum	0	0	0

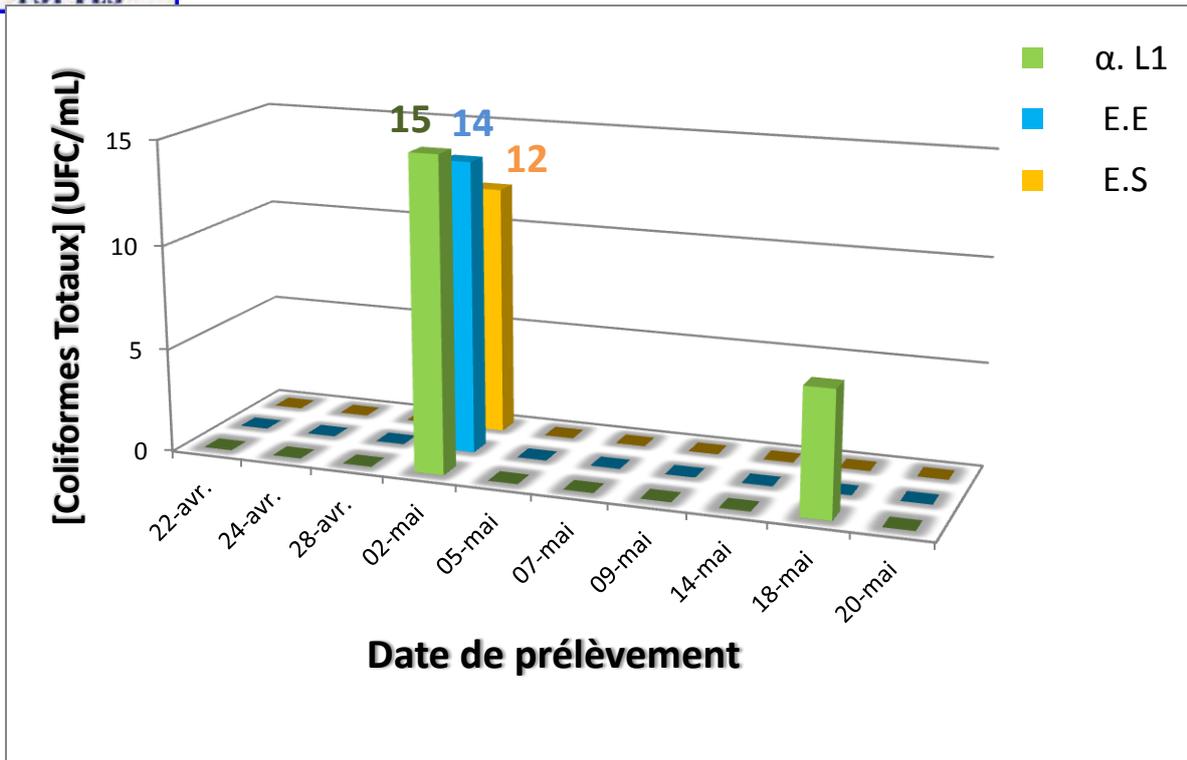


Figure 13 : Concentrations en CT (UFC/mL) dans les trois stations.

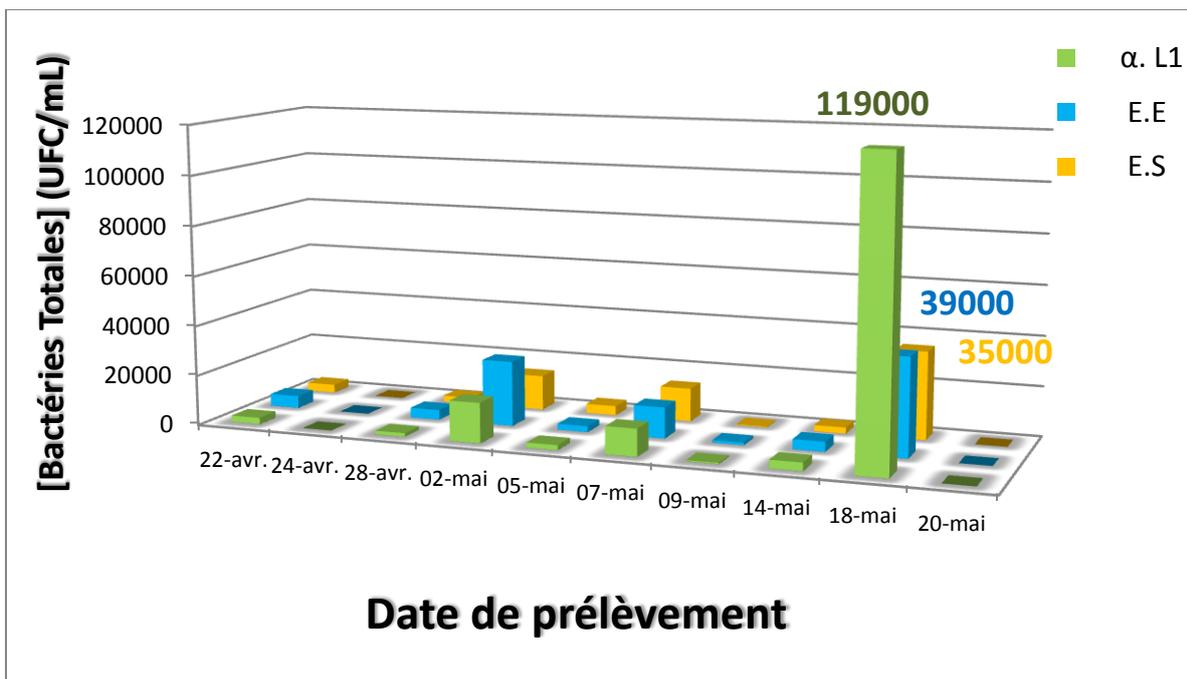


Figure 14 : Concentration en BT (UFC/mL) dans les trois stations.

Pour calculer la teneur en Cl^- dans les trois stations, on utilise la formule suivante :

$$\text{Teneur en } \text{Cl}^- = \frac{V(\text{AgNO}_3) \times 35.10^{-1}}{V(\text{eau}=50 \text{ mL})} \text{ (en ppm)}$$

Tableau 5 : Teneur en ion chlorure (en ppm) dans les trois stations.

Date/Station	Teneur en Cl^- (ppm)		
	α . L1	E.E	E.S
22-avril	0,80	0,75	0,84
28-avril	0,50	0,45	0,52
02-mai	0,41	0,34	0,40
05-mai	0,50	0,64	0,52
07-mai	0,45	0,50	0,50
09-mai	0,64	0,65	0,43
18-mai	0,34	0,40	0,40
20-mai	0,85	1,10	1,00

Ce tableau résume la teneur en Cl^- en ppm trouvée pendant la durée de stage, on constate que la quantité du chlore utilisée pour la désinfection de la tour est très importante et qu'elle dépasse la limite inférieure désirée par la société LESAFFRE Maroc-Fès.

DISCUSSION

D'après les résultats, on trouve d'un côté que la concentration en Coliformes Totaux dans les trois stations ne dépasse pas la norme désignée par la société de 10^3 UFC/mL, cela est due à l'utilisation d'une eau déjà traitée par le chlore, c'est-à-dire que la possibilité d'avoir une contamination fécale dans α . L1 et l'entrée d'échangeur et la sortie d'échangeur est nulle.

D'un autre côté, la concentration en Bactéries Totales ne dépasse pas la norme 10^5 UFC/mL dans les différentes stations, vu qu'il avait une chloration de 22-avril jusqu'à 09-mai, ce qui montre l'efficacité de ce traitement par le chlore.

Par contre, le 18-mai la concentration en Bactéries Totales est supérieur à 10^5 UFC/mL au niveau α . L1, cela est dû au taux du chlore qui était inférieur (0,02 ppm) à la limite (0,2 ppm) au niveau du BAC (bassin de l'eau chlorée), qui joue un rôle dans la désinfection des tours de refroidissement.

Dans le cas, où on peut affronter à une concentration en Bactéries Totales qui dépasse 10^5 UFC/L dans une TAR, à ce stade il faut procéder à une nouvelle analyse de la concentration en *Legionella pneumophila* pour identifier le problème et le corriger si on trouve que :

- [*Legionelle pneumophila*] est inférieur à 10^3 UFC/L, il faut seulement maintenir le traitement et le programme d'entretien.
- [*Legionelle pneumophila*] varie entre 10^3 UFC/L et 10^5 UFC/L, il faut intervenir pour identifier les causes de l'augmentation de la concentration en *Legionella pneumophila*.



CONCLUSION

Pour assurer une meilleure performance des tours de refroidissement, un programme de suivi préventif devrait être établi, d'où le rôle des analyses microbiologiques qui permettent la détermination de la concentration en germes et les actions correctives à procéder.

Ce stage a été très enrichissant pour moi, car il m'a permis de découvrir l'entreprise de la levure de boulangerie, sa procédure de fabrication, ses analyses bactériologiques et physico-chimiques ... et il m'a permis de participer concrètement aux différentes manipulations, telles que la préparation du matériel.

Et comme ça, ce stage m'a permis :

- De développer mes compétences en communication.
- D'améliorer mon esprit critique et le travail en groupe.
- De réaliser les différents types de manipulations.
- De m'offrir une bonne préparation à mon insertion professionnelle.

Enfin, je tiens à exprimer ma satisfaction d'avoir pu travaillé dans des bonnes conditions matérielles et dans un environnement agréable.



RÉFÉRENCES

www.lesaffre.com

www.toutsurlalevure.fr/

<https://www.rbq.gouv.qc.ca/batiment/les-renseignements-techniques/chapitre-batiment-du-code-de-securite/tours-de-refroidissement-a-leau-programme-dentretien.html>

http://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/tour_refroidissement_legionellose/traitement_eau_preventif/1044.htm

http://www.memoireonline.com/02/09/1994/m_traitement-des-eaux-quot-traitement-de-de-leau-de-source-bousfer-ORAN5.html

Rapports consultés :

- Rapport de PFE-EST-Fès de Mlle. JADIRI Hanane « les analyses microbiologiques de l'eau des tours de refroidissement ».
- Rapport de PFE-FST-Fès de Mlle. ELBOULAALIOUI Laila « Eaux des tours de refroidissement ».

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Tableau 1 : Produits commercialisés par LESAFFRE Maroc-Fès.....	5
Tableau 2 : Composition des milieux de culture et type de germe recherché.....	17
Tableau 3 : Concentration en Coliformes Totaux (UFC/mL) dans les trois stations (α . L1 ; E.E et E.S).....	21
Tableau 4 : Concentration en Bactéries Totales (UFC/mL) dans les trois stations (α . L1 ; E.E et E.S).....	21
Tableau 5 : Teneur en ion chlorure (en ppm) dans les trois stations.....	23
Figure 1: Schéma du système de refroidissement de la crème de levure.....	4
Figure 2 : Plan du Laboratoire LESAFFRE Maroc-Fès.....	7
Figure 3 : <i>S.cerevisiae</i> vue par Microscope optique (x100).....	8
Figure 4 : Structure cellulaire de <i>S. cerevisiae</i>	9
Figure 5 : Chaîne de production de levure de boulanger.	10
Figure 6: Echantillon à analyser.....	13
Figure 7 : Photo d'une TAR de la société LESAFFRE Maroc-Fès.	13
Figure 9 : Schéma représentant les principaux types des TARs.	14
Figure 8 : Schéma représentant des principaux éléments constitutifs d'une TAR.....	14
Figure 10 : Schéma du circuit de l'eau refroidie provenant d'une TAR à circuit ouvert.....	15
Figure 11 : Schéma du circuit de l'eau refroidie provenant d'une TAR à circuit fermé.....	16
Figure 12: Mode opératoire d'analyse microbiologique de l'eau d'une TAR et d'échangeur à plaques.....	18
Figure 13 : Concentrations en CT (UFC/mL) dans les trois stations.....	22
Figure 14 : Concentration en BT (UFC/mL) dans les trois stations.....	22