

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

THÈME

**Evaluation de la contamination microbienne colonisant
les surfaces dans une unité de fabrication de yaourt à
Bejaia**

Présenté par : **BOUDJIT Roza**
BELAIDI Chanez

Soutenu le : **05 / 09 / 2019**

Devant le jury composé de :

- **Président : GOUCEM R.**
- **Promoteur : BOUAYAD L**
- **Examineur 1 : BOUHAMED R**
- **Examineur 2 : HAMDI T.M**

Maitre-assistant classe A à l'ENSV.
Maitre de conférences A à l'ENSV.
Maitre-assistante classe A à l'ENSV.
Professeur à l'ENSV

Année universitaire : 2018/2019

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

THÈME

**Evaluation de la contamination microbienne colonisant
les surfaces dans une unité de fabrication de yaourt à
Bejaia**

Présenté par : **BOUDJIT Roza**
BELAIDI Chanez

Soutenu le : **05 / 09 / 2019**

Devant le jury composé de :

- **Président : GOUCEM R.**
- **Promoteur : BOUAYAD L**
- **Examineur 1 : BOUHAMED R**
- **Examineur 2 : HAMDI T.M**

Maitre-assistant classe A à l'ENSV.
Maitre de conférences A à l'ENSV.
Maitre-assistante classe A à l'ENSV.
Professeur à l'ENSV

Année universitaire : 2018/2019

REMERCIEMENTS

Avant tout, Nous remercions le DIEU pour sa bienveillance et de nous avoir donné le courage, la force, la patience et la volonté pour réaliser ce projet de fin d'études.

*Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos remerciements les plus sincères à **notre promotrice Madame BOUAYAD Leila Maître de Conférence classe A**, à L'ENSV d'Alger, pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse qu'elle nous a donné, et pour ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.*

Sincère reconnaissance.

*Nous tenons à remercier le **président du jury Monsieur GUCEM R. Maître-assistant classe A** à l'ENSV qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury*

Hommage respectueux et confraternel.

*Nous adressons également nos remerciements aux membres du jury **Monsieur HAMDI T.M***

Professeur à l'ENSV et

***Dr BOUHAMED R Maître-assistant classe A** à l'ENSV Pour avoir Accepté d'examiner ce travail.*

Remerciements respectueux.

*Sans oublier tout le **personnel de l'usine Danone Djurdjura Algérie** en particulier ceux du laboratoire qualité pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'ils nous ont fait vivre.*

Merci à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre ont contribué à la réalisation de ce travail, et qu'on ne peut citer individuellement.

Nos vifs remerciements s'adressent surtout à nos chers parents sans qui rien n'aurait été possible.

Dédicaces

DIEU TOUT PUISSANT MERCI D'ETRE TOUJOURS AU PRES DE MOI

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que je dédie le fruit de ce modeste projet à tous ceux qui me sont chers,

A la meilleure de toutes les mères, OUZZANE Baya

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse
Quoi que je fasse ou quoique je dise, je ne saurais point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles
Par les inestimables sacrifices que tu as consentis pour moi, tu as tant souhaité que je parvienne à mon objectif.
Je te serai reconnaissante toute ma vie, qu'Allah t'accorde longue vie dans la santé !*

A mon très cher et adorable papa, BOUDJIT Abdelmadjid

*A l'homme, ma précieuse offre de Dieu, à qui je dois ma vie, ma réussite et tout mon respect.
Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, tu m'as appris à aimer le travail et le bon comportement, tu n'as jamais refusé mes demandes.
Tu n'as jamais cessé de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs
Merci d'avoir été toujours disponibles pour moi, merci pour tes lourds sacrifices, tu resteras éternellement le bon exemple de père.
Je te serai reconnaissante toute ma vie, qu'Allah t'accorde longue vie dans la santé !*

**A mes très chères sœurs Fahima, Rebiha, Hanifa et leurs maris en priorité Djahid
A mon neveu Ayoub et nièces Massilya et Lilia**

Vous n'avez jamais cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, je tien à vous remercier mes adorables sœurs pour les moments d'émotion que vous avez partagé avec moi lors de la réalisation de ce travail. Que Dieu vous protège et vous offre la chance et le bonheur, je vous aime

A mon petit frère le plus cher Yougourthane,

Qui sait comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille

A la mémoire de mes grands-pères,

J'aurais bien aimé que vous soyez parmi nous pour qu'ensemble nous partagions ce bonheur.

Puisse Allah vous réserve sa clémence à sa bien large miséricorde et vous accueillir en son vaste paradis

A mes grands-mères, mes oncles maternelle et paternelle, ma tante maternelle ainsi que leurs familles, Je vous aime

A mon ami et mon cousin le plus fidèle, Mohand

*Merci pour ton indéfectible soutien, ta patience infini, et tes précieux conseils
Que Dieu te bénisse*

A tous mes ami(es) Amina, Souad Gamouri, Nesrine Korichi, Assia Derguini, Anais, Silia Abdelli, Sabrina, Kenza Ramoul, Ferhat Habouch qui m'ont toujours encouragé,

A mon binôme Chanez Belaidi

A tous mes proches, mes voisins et à ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet

A la mémoire de notre chère DRIS Romaissa, que dieu l'accueille dans son vaste paradis

A toute la promotion 2014-2015 de l'ENSV

Roza

Dédicaces

*Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire,
la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.*

*Je dédie cet humble travail avec grand amour, sincérité, fierté à tous ceux que
j'aime.*

A la mémoire de mon très cher père: BELAIDI M'hand.

*Ce travail est dédié à mon père, décédé il y'a peu de temps le 15/07/2019, qui
serait content d'apprendre que sa fille a enfin terminé ses études. Il m'a toujours
poussé et motivé durant tout mon cursus, Il avait comblé ma vie de tendresse,
d'affection, et de compréhension, Il me donnait toujours de l'espoir d'aller de
l'avant, il avait tant sacrifié pour mon bien être et pour la poursuite de mes
études dans de très bonnes conditions.*

*Aucune dédicace ne pourrait exprimer à sa juste valeur le profond amour que je te
porte mon cher papa ainsi que mon infinie reconnaissance, mes considérations et
mes remerciements. Tu as été un papa extraordinaire, rien au monde ne pourrait
te remplacer.*

*Tu es mon plus grand repère, j'oublierai jamais tes conseils qui ont toujours guidé
mes pas vers la réussite et tout ce que tu m'as appris.*

*Je verse des larmes en écrivant ces lignes car penser que je t'ai perdu signifié pour
moi être seule pour toujours.*

*Que le Dieu le tout puissant lui fasse miséricorde et l'accueille dans son vaste
paradis.*

A MA TRÈS CHÈRE MÈRE : IKHLEF Djamila.

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré
d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi ainsi que ma gratitude et ma
reconnaissance. Tu m'as donné la vie, la tendresse, le courage pour réussir, tu m'as
entouré de ton amour, Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant
toutes les années de mes études , de m'enrichir de tes expériences et de me*

prodiguer tes conseils, tu m'as permis de mieux comprendre la vie, tu as été toujours présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait.

En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir, Que le Dieu le tout puissant te donne santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

***A MES CHERS FRERES : Abderrahmane, Amine
Et MA CHERE SŒUR Imane.***

En témoignage de fraternité et pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, et les meilleurs et les plus agréables moments qu'on a partagés ensemble, Ce travail est un témoignage de mon attachement et de mon amour Avec mes souhaits de bonheur, santé et succès, Je vous aime mes amours et je serai la toujours pour vous.

A MA GRANDE FAMILLE

À la mémoire de ma grande mère paternelle, à mon grand-père paternel, à mes grands-parents maternels, mes tantes et leurs maris, à mes oncles et leurs femmes ainsi que mes cousins et cousines. Merci pour votre amour et encouragement que dieu vous donne une longue et joyeuse vie.

A TOUS MES VOISINS, MES AMI(ES) les plus fidèles que j'ai connu jusqu'à maintenant en particulier Lilia, Yasmine, Tafath, Katia, Salma

En témoignage de l'amitié qui nous unis et de tous les souvenirs qu'on avait passé ensemble.

A Mon BINOME Roza avec qui j'ai partagé ce travail.

CHANEZ

LISTE DES TABLEAUX

<u>N°</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
1	Caractéristiques des ferments lactiques du yaourt (tableau personnel)	09
2	Spectre d'activité de quelques principes désinfectants	17
3	Liste des indicateurs principalement utilisés en France dans la plupart filières alimentaires	20
4	Points de prélèvement ciblés	25
5	Matériels utilisés	27
6	Plan d'interprétation critères« lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, 2003 ».	33
7	Résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	36
8	Résultats du dénombrment des coliformes totaux	38
9	Résultats du dénombrement des levures et moisissures	40
10	Résultats des analyses microbiologiques du TLC avant et après nettoyage	42
11	Résultats des analyses microbiologiques du TLF avant et après nettoyage	44
12	Résultats des analyses microbiologiques du TSC avant et après nettoyage	45
13	Résultats des analyses microbiologiques de la LP avant et après nettoyage	46
14	Résultats des analyses microbiologiques du TLE avant et après nettoyage	48
15	Résultats des analyses microbiologiques du pasteurisateur avant et après nettoyage	49
16	Résultats des analyses microbiologiques du TMB avant et après nettoyage	50

LISTE DES FIGURES

<u>N°</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
1	Diagramme de fabrication du yaourt brassé (diagramme Danone Algérie, 2018).	07
2	Bactéries lactiques du yaourt.	10
3	Nettoyage en place (NEP).	14
4	Cercle de Sinner.	15
5	Préparation des dilutions décimales des échantillons de surface (schéma personnel).	30
6	Préparation des boîtes de pétri et incorporation de 1ml de la solution TSE (photos personnelles).	31
7	Remplissage des boîtes par la gélose correspondante selon le germe recherché (photos personnelles).	31
8	Résultats du dénombrement des coliformes totaux (photos personnelles).	32
9	Résultats du dénombrement de la FAMT (photos personnelles).	32
10	Préparation des boîtes de pétri et incorporation de 1ml de la solution TSE (photos personnelles).	34
11	Remplissage des boîtes par la gélose OGA (photos personnelles).	34
12	Résultats du dénombrement des levures/moisissures (photos personnelles).	35
13	Résultats du dénombrement de la flore totale aérobique mésophile au niveau des surfaces internes des équipements avant et après nettoyage.	37
14	Résultats du dénombrement des coliformes totaux au niveau des surfaces internes des équipements avant et après nettoyage.	39
15	Résultats du dénombrement des levures/moisissures au niveau des surfaces internes des équipements avant et après nettoyage.	41
16	Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage (sans désinfection).	42
17	Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage sans désinfection thermique.	44
18	Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage sans désinfection thermique.	46
19	Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage sans désinfection thermique.	47
20	Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage.	48
21	Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage avec désinfection thermique.	49
22	Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage avec désinfection thermique.	50

LISTE DES ABREVEATIONS

AFSSA	Agence Française De Sécurité Sanitaire Des Aliments.
ATB	Antibiotique
BPF	Bonnes Pratiques de Fabrication.
BPH	Bonnes Pratiques d'Hygiène
C (mS)	Concentration
C	Nombre de colonies
Σc	Somme de colonies
CE	Commission Européenne.
CT	Coliformes Totaux
D	Dilution
DDA	Danone Djurdjura Algérie.
DLC	Date Limite de Consommation.
FAMT	Flore Aérobie Mésophile Totale
FAO	Food and Agriculture Organization
H2O2	Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point.
ISO	International Organization for Standardization
m/s	Mètre par seconde
log	Logarithme
MG	Matière Grasse
MGLA	Matière Grasse Laitière Anhydre.
MIF	Module Injection Ferment.
N°	Numéro
NAM	Numération Des Bactéries Aérobie Mésophiles.
NaOH	Hydroxyde de sodium.
NEP	Nettoyage En Place
NF	Norme Française
N_{sw}	Nombre d'UFC dans les surfaces écouvillonnées.
OGA	gélose glucosée à l'oxytétracycline.
OMS	Organisation Mondiale De Santé.

PCA	Plate Count Agar.
pH	potentiel d'Hydrogène.
SP	Sortie Pasteurisateur
SW	Ecouvillon
TACT	Temps, action mécanique, concentration, température.
TC	Temps de contact
TLC	Tank Lait Cru
TLE	Tank Lait Ecrémé
TLF	Tank Lait Frais
TMB	Tank Maturation Brassé
TSBL	Tank Stockage Brassé Lait
TSC	Tank stockage Crème
TSE	Tryptone Sel Eau.
UFC	Unité Formant Colonie
UV	Ultra-Violet
VRBG	Violet Red Bile Glucose Agar.

Titres

Liste des tableaux

Liste figures

Liste des abréviations

SOMMAIRE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU YAOURT	3
I.1 Historique	3
I.2 Lait fermenté.....	3
I.3 Définition du yaourt	3
I.4 Matières premières et ingrédients	4
I.5 Grandes étapes de la fabrication du yaourt brassé	4
I.5.1 Réception du lait :	4
I.5.2 Standardisation/poudrage :	5
I.5.3 Homogénéisation.....	5
I.5.4 Traitement thermique	6
I.5.5 Fermentation lactique	6
I.5.6 Conditionnement et stockage.....	6
I.6 Bactéries lactiques en technologie du yaourt :.....	9
I.7 Qualité du yaourt	10
I.7.1 Aspect physico-chimique	10
I.7.2 Aspect hygiénique.....	10
CHAPITRE II PRE REQUIS(BONNES PRATIQUES D’HYGIENE ET DE FABRICATION) DANS UNE INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE	11
II.1 Définition des pré- requis.....	11
II.1.1 Bonnes pratiques d’hygiène (BPH)	11
II.1.2 Bonnes pratiques de fabrication (BPF)	11
II.2 Nettoyage et désinfection.....	12
II.2.1 Nettoyage	12
II.2.2 Désinfection.....	15
CHAPITRE III : ORGANISMES INDICATEURS	18
III.1 Généralités.....	18
III.1.1 Définition	18
III.1.2 Germes indicateurs d’hygiène des procédés	18

III.2 Intérêt de la recherche et du dénombrement des microorganismes dans l'industrie agroalimentaire.....	19
--	----

PARTIE EXPERIMENTALE

OBJECTIFS	22
CHAPITRE I : MATERIELS	23
I.1 Présentation de l'organisme d'accueil	23
I.1.1 Situation géographique	23
I.1.2 Activités de l'entreprise	23
I.1.3 Présentation des laboratoires	23
I.2 Echantillonnage et prélèvements	23
I.3 Réactifs et autres matériels de laboratoire.....	27
CHAPITRE II : METHODES.....	29
II.1 Méthode de prélèvement	29
II.1.1 Ecouvillonnage	29
II.2 Méthodes d'analyse	30
II.2.1 Traitement des échantillons.....	30
II.2.2 Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale et des coliformes totaux.....	31
II.2.3 Dénombrement des levures et moisissures.....	34
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	36
III.1 Résultats des analyses microbiologiques des surfaces.....	36
III.1.1 Résultats globaux du dénombrment de la flore aérobie mésophile totale.....	36
III.1.2 Résultats globaux du dénombrment des coliformes totaux.....	38
III.1.3 Résultats globaux du dénombrment des levures /moisissures.....	40
III.1.4 Résultats du dénombrement par points d'échantillonnage.....	42
CONCLUSION	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	
RESUME	

INTRODUCTION

L'hygiène dans les industries agroalimentaires est une préoccupation majeure et constante pour les industriels qui doivent produire un aliment de qualité que réclament le consommateur et les lois du marché (**Vincent, 1999**)

Pour assurer la sécurité sanitaire des aliments et fournir un aliment salubre et conservable, un certain nombre de règles d'hygiène doivent être observées:

- Partir d'une matière première de bonne qualité.
- Des opérations de nettoyages et désinfections sont mises en place afin que les surfaces en contact direct ou indirect avec les aliments soient maintenues dans un état de propreté satisfaisant, pour ne pas constituer une source de contamination.
- Assurer une bonne hygiène de l'ambiance et du personnel (**Vincent, 1999**).

Le maintien d'une grande propreté de ou des matériels contribue donc pour une part importante à la qualité microbiologique des denrées alimentaires et pour y parvenir, les équipements doivent être régulièrement nettoyés et désinfectés (**Rosset, 1999**).

Par conséquent, il est indispensable de vérifier les méthodes mises en place pour permettre l'hygiène des surfaces de production, il s'agit des méthodes de surveillance périodique des surfaces pour vérifier l'efficacité des procédures de nettoyage et désinfection (**Faille et al., 2016**).

Les textes réglementaires ou autres normes régissant la sécurité sanitaire des aliments, à l'instar de la norme ISO 22000, exigent de vérifier l'efficacité de ces opérations en effectuant des analyses bactériologiques, et d'en assurer l'enregistrement et de mettre en place des actions correctives si nécessaire (**Faille et al., 2016**).

Notre travail s'inscrit dans ce contexte, et l'objectif de cette étude étant d'évaluer l'hygiène des surfaces dans les industries laitières, ce travail consiste en l'isolement et l'évaluation de la flore microbienne qui contamine les équipements de fabrication du yaourt brassé avant et après l'application des procédés de nettoyage désinfection, un intérêt particulier est accordé à la flore aérobie mésophile totale et les coliformes totaux qui sont considérés comme des organismes indicateurs de l'hygiène des procédés et les levures et moisissures.

Ce travail comporte une synthèse bibliographique structurée en trois chapitres : le premier chapitre donne un aperçu sur le processus de fabrication de yaourt et la qualité de ce dernier, le deuxième chapitre traite les procédés de nettoyage et de désinfection et enfin le troisième est consacré aux organismes indicateurs d'hygiène des procédés. Une partie expérimentale qui présente l'échantillonnage et les analyses effectués ainsi que l'ensemble de résultats obtenus.

Nous terminons le mémoire par une conclusion générale et quelques annexes

Partie bibliographique

I. PRESENTATION DU YAOURT

I.1 Historique

Le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) originaire d'Asie, vient de « yohgurmark » mot turque signifiant « épaissir » (**Tamime et Deeth, 1980**).

En 1902, deux médecins français, Ris et Khoury, isolent les bactéries présentes dans le lait fermenté égyptien. Metchnikof (1845-1916) isole ensuite la bactérie spécifique du yaourt le « bacille bulgare », analyse l'action acidifiante du lait caillé et suggère une méthode de production sûre et régulière (**Rousseau, 2005**).

C'est en 1919, qu'Isaac Carasso commence à produire du yaourt à Barcelone selon des procédés industriels (**Pelletier et al., 2007**).

Le yaourt dit « nature » constituait l'essentiel des productions de laits fermentés, mais à partir des années 1960-1970 sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits.

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. L'apparition et le développement commercial des produits probiotiques ont fait suite à une demande du consommateur (**Mahaut et al., 2003**).

I.2 Lait fermenté

Un lait fermenté est obtenu par la fermentation du lait, lequel peut avoir été fabriqué à base de produits obtenus à partir de lait avec ou sans modification de sa composition,ensemencés avec des microorganismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit, et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation. Ces ferments doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale. Le produit fermenté le plus connu est le yaourt (**CODEX STAN 243-2003**).

I.3 Définition du yaourt

Selon le **Codex Alimentarius (1975)**, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique de deux bactéries spécifiques « *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* » à partir de lait frais ainsi que de lait pasteurisé avec ou sans addition de substance (lait en poudre, protéine...).

Les bactéries doivent être vivantes dans le produit fini, à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme jusqu'à la date limite de consommation (DLC) (**Savado et Traore, 2011**).

I.4 Matières premières et ingrédients

La principale matière première pour la fabrication du yaourt est le lait, essentiellement le lait de vache. Il est constitué d'environ 88% d'eau et 12% de matière sèche (glucides, protéines, lipides, et des minéraux) **(Tamime et Robinson, 1999)**.

D'autres matières peuvent également être utilisées tel que : le lait en poudre, l'eau, le sucre, l'amidon, ainsi que des additifs comme la gélatine, les alginates, la cellulose, les pectines...

I.5 Grandes étapes de la fabrication du yaourt brassé

Les étapes de fabrication (figure N°1) peuvent différer selon le type de yaourt, ainsi pour « le yaourt étuvé » la fermentation se fait après conditionnement en pots et pour le « yaourt brassé », la fermentation se fait en cuve. Le coagulum obtenu dans ce dernier cas est dilacéré et brassé pour être rendu plus ou moins visqueux, il est ensuite conditionné en pots. La fabrication de deux types de yaourts (ferme et brassé) peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3,5% ; 1,0% ; 0,0% de MG) **(Mahaut et al., 2000)**.

Globalement, nous distinguons dans le processus d'élaboration du yaourt brassé les étapes énumérées ci-dessous :

I.5.1 Réception du lait :

Il est généralement reconnu qu'on ne peut pas faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité, dans cet esprit, il y a deux paramètres à respecter dès la réception du lait ; sa qualité microbiologique et ses propriétés physico-chimiques, ces paramètres permettent de procéder à la standardisation du mélange de laits. D'autres paramètres sont aussi à surveiller : la température du lait et la présence d'antibiotiques **(Lamontagne, 2002)**.

A la réception, le lait cru subit deux opérations :

*** Stockage dans le tank de lait cru (TLC)**

Après le soutirage du lait cru à l'aide des pompes du camion-citerne, il est dirigé vers le TLC pour y être stocké à 4°C via un refroidisseur, en attendant son utilisation.

*** Stockage du lait écrémé dans le tank lait écrémé**

Le lait cru est soutiré du TLC pour subir une pré-pasteurisation à 78°C/30s. Ce prétraitement élimine un certain nombre de microorganismes existant dans le lait, puis il subit un écrémage qui permet la séparation de la crème du lait à l'aide d'une écrémeuse.

La crème et le lait écrémé sont par la suite stockés respectivement dans les tanks de stockage de la crème (TSC) et le tank de stockage du lait écrémé (TLE), après un refroidissement à $+4\pm 2^{\circ}\text{C}$.

I.5.2 Standardisation/poudrage

Dans la fabrication de yaourt, le lait écrémé doit être standardisé en matières grasses, enrichi en protéines, et éventuellement sucré, pour répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques des produits **(Sodini et Béal, 2008)**.

La standardisation s'effectue en plusieurs étapes :

*** Reconstitution du lait**

Cette opération consiste à mélanger l'eau et la poudre de lait écrémé afin d'obtenir un produit dont la teneur en matière sèche est voisine de celle du lait liquide initial **(Cherry, 1980)**.

La reconstitution peut aussi être la dilution d'une poudre de lait entier dans l'eau **(Anonyme, 1995)**.

Elle s'effectue grâce à un dispositif de mélange comportant une pompe de recirculation avec apport de la poudre par une trémie située avant la pompe. L'eau en circulation continue, entraîne la poudre et permet la concentration progressive du mélange. Un système de filtration est utile pour éliminer les particules résiduelles. Le lait reconstitué est refroidi à $4 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ dans un échangeur à plaques (échange thermique : lait /eau glacée).

*** Temps de réhydratation (stockage dans le tank de lait écrémé (TLE))**

Afin de permettre une bonne hydratation de la poudre, il faut maintenir le mélange sous agitation à la température de $4\text{ à }10\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant deux heures **(Anonyme, 1995)**. Cette température peut varier d'une unité à une autre.

*** Recombinaison du lait**

La recombinaison du lait consiste à ajouter à l'eau et à la poudre de lait de la matière grasse laitière anhydre (MGLA), de façon à obtenir un lait entier ou partiellement écrémé présentant à la fois des rapports eau/matière sèche totale et matière grasse/matière sèche dégraissée conformes au produit désiré **(Anonyme, 1995)**.

Le lait reconstitué est porté à $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ et l'apport de la matière grasse se fait directement dans le lait reconstitué (écrémé) après fluidification de la MGLA, par chauffage dans une chambre chaude à $+63\pm 2^{\circ}\text{C}$.

I.5.3 Homogénéisation

L'homogénéisation évite la remontée de la matière grasse pendant la coagulation, elle améliore la rétention de l'eau et la fermeté du produit fini **(Mahaut et al., 2000)**.

Par le bris des globules gras, l'homogénéisation empêche la séparation entre le gras et le reste du mélange, évitant ainsi une remontée de la crème à la surface durant la fermentation. L'homogénéisation a un effet sur la stabilité des protéines.

De plus, en raison de l'ouverture adéquate de leur structure, il y a amélioration de leur caractère hydrophile découlant d'une augmentation du nombre de groupement pouvant se lier à l'eau et diminuer les risques de synérèse durant la conservation du yogourt (**Lamontagne, 2002**).

1.5.4 Traitement thermique

L'un des rôles important du traitement thermique est la destruction des microorganismes pathogènes et indésirables potentiellement présents dans le lait. Le mélange destiné à une fermentation nécessite un traitement thermique dont la température sera plus élevée et le temps de retenue plus long que ceux d'un lait destiné à la consommation. Le traitement thermique influe positivement sur l'activité des ferments en leur procurant un environnement favorable (**Mahaut et al., 2000**).

De ce fait, le milieu devient réducteur par l'élimination d'une forte proportion d'oxygène, ce milieu est plus propice à la fermentation qui se passe en anaérobiose.

Par dénaturation des protéines solubles ; il permet également d'accroître la rétention d'eau et d'améliorer la texture du yaourt (**Mahaut et al., 2000**).

1.5.5 Fermentation lactique

Le lait enrichi et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation (40-45°C). Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques (**Lee et Lucey, 2010**).

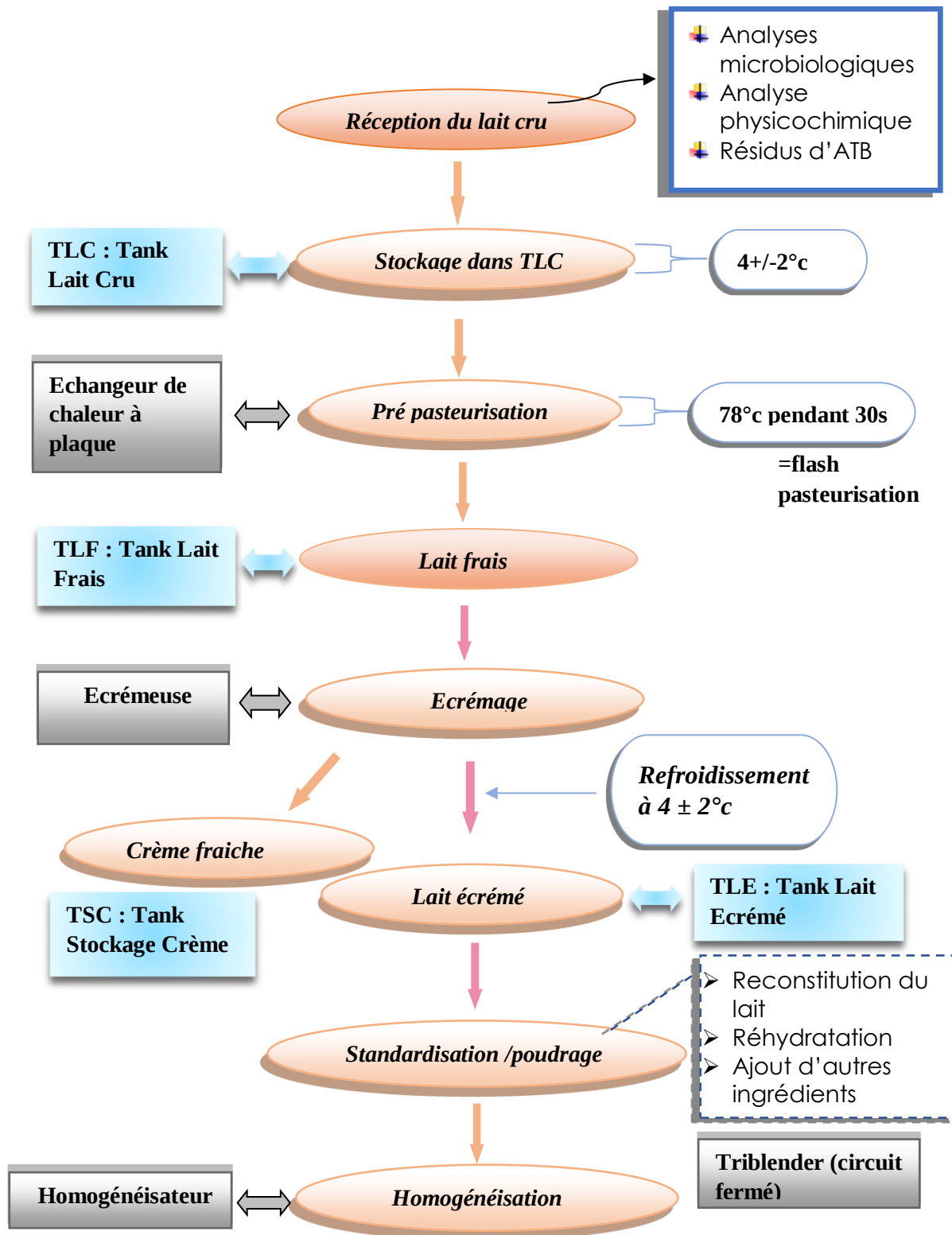
Les deux espèces *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* vivent en symbiose et en synergie. Lors de leur croissance, elles dégradent le lactose en acide lactique, entraînent une baisse de pH et la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles (**Tamime et Robinson, 1999**).

Le laitensemencé est maintenu en cuve à la même température jusqu'à obtention de l'acidité voulue, lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,3 et 4,7 on procède par la suite au brassage du caillé pour le rendre onctueux.

Une fois ce traitement opéré, le caillé est rapidement refroidi à une température d'environ 20°C, cela par passage dans un échangeur réfrigérant à plaque (**FAO, 1995**).

1.5.6 Conditionnement et stockage

Le yaourt est ensuite conditionné en pots et conservé entre 2 à 4°C. L'addition éventuelle d'arôme, de pulpes de fruits, se fait au moment du remplissage des pots, à ce stade ils sont prêts à être consommés, la durée limite de leur consommation est de 28 jours.



... /...

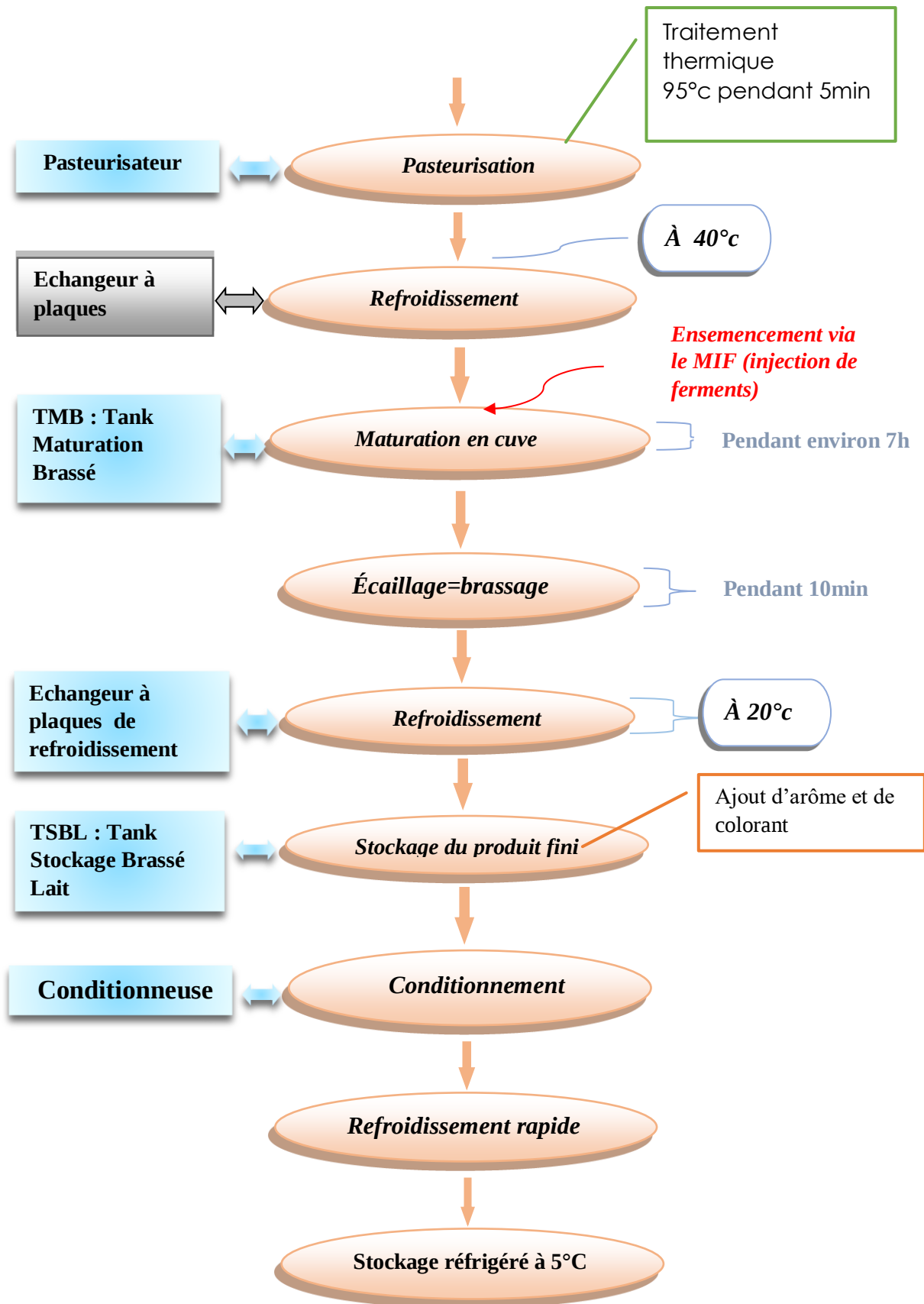


Figure N°1 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé (diagramme Danone Algérie, 2018).

I.6 Bactéries lactiques en technologie du yaourt

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes Gram positive, non-sporulés, immobiles, catalase-négatives, qui croissent sous des conditions anaérobies, les deux les plus utilisées en culture mixte comme ferments dans la production du yaourt sont: *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*.

Les caractéristiques emblématiques des bactéries lactiques sont leur aptitude à produire de l'acide lactique en conséquence à leur développement à partir d'une source de carbone (Yao et al., 2009). Les particularités des deux ferments utilisés dans l'industrie du yaourt sont résumées dans le tableau N°01.

Tableau N°1 : Caractéristiques des ferments lactiques du yaourt (tableau personnel)

<i>Streptococcus thermophilus</i> (Figure N°3)	<i>Lactobacillus delbrueckii bulgaricus</i> (Figure N°3)
✓ Cocci Gram positif, anaérobie facultatif, immobile. Utilisé dans les laits fermentés et les fromages (Dellaglio et al., 1994). ✓ Thermorésistant, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques, il est aussi résistant au chauffage à 60°C pendant 30min (Dellaglio et al., 1994). ✓ Rôle principal : Fermentation du lactose du lait avec production d'acide lactique, en plus de son pouvoir acidifiant, il est responsable de la texture dans les laits fermentés, il augmente la viscosité par production de polysaccharides (Bergamaier, 2002).	✓ Bacille Gram positif, immobile, sporulé, micro aérophile, possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique. (Marty-Teyssset et al., 2000). ✓ Bactérie thermophile très exigeante en calcium et en magnésium, sa température optimale de croissance est environs de 42°C. (Marty-Teyssset et al., 2000). ✓ Rôle principal : développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt. (Marty-Teyssset et al., 2000).

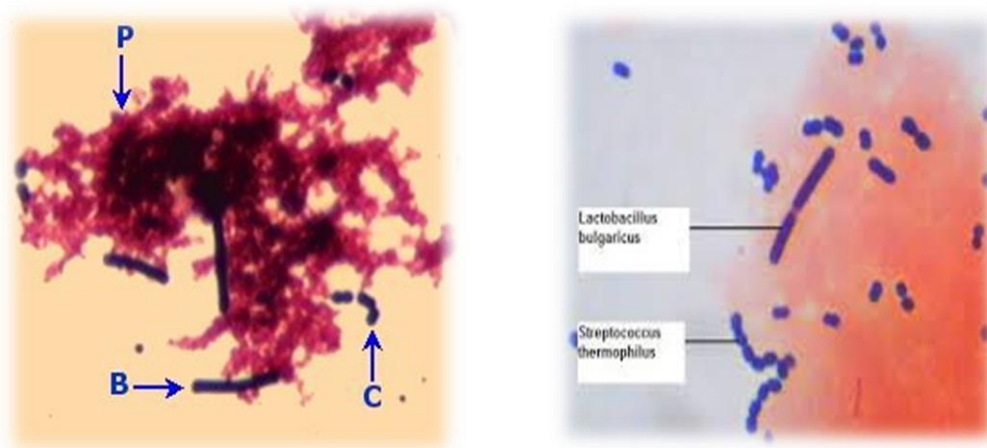


Figure N°2: Bactéries lactiques du yaourt (Doleyres, 2003).

P : dépôt de protéines du yaourt ; **B** : bactéries en forme de bacilles (*Lactobacillus*) ; **C** : bactéries en forme de coques (*Streptococcus*)

I.7 Qualité du yaourt

I.7.1 Aspect physico-chimique

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques organoleptiques suivantes :

- Couleur fraîche et uniforme
- Gout franc et odeur caractéristique
- Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé) (**Boubchir-ladj, 2014**)

I.7.2 Aspect hygiénique

Les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène pouvant porter préjudice à la santé du consommateur.

Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables (**Larpen et Bourgeois, 1989**).

Les levures et moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (**Larpen et Bourgeois, 1989**).

II. Pré requis (bonne pratiques d'hygiène et de fabrication) dans une industrie agro-alimentaire

II.1 Définition des pré- requis

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de fabrication (BPF) sont considérées comme préalables au système HACCP; quand on analyse les dangers potentiellement présents dans les denrées alimentaires, provenant des 5M (milieu, méthodes, matériels, main d'œuvre, matière), on peut remarquer que de mauvaises pratiques d'hygiène et de fabrication sont une des plus grandes causes d'apparition de dangers. C'est pourquoi le système HACCP fait référence à ces BPH et BPF dans les mesures préventives **(Quittet et Nelis, 1999)**.

II.1.1 Bonnes pratiques d'hygiène (BPH)

Les bonnes pratiques d'hygiènes sont un ensemble de règles d'hygiènes concernant la conception des locaux, l'environnement de fabrication, le comportement du personnel, les flux de circulation visant à produire dans des meilleures conditions d'hygiène. Il est indispensable de les connaître et de les transposer à son activité et de les respecter **(Larpent, 1997)**.

La norme ISO/TS 22002-1 (2009) spécifie des exigences détaillées à prendre en compte pour mettre en place les BPH. Ces exigences concernent :

- La construction et la disposition des bâtiments et des installations associées;
- La disposition des locaux, notamment l'espace de travail et les installations destinées aux employés;
- L'alimentation en air, en eau, en énergie ;
- Les services annexes, notamment pour l'élimination des déchets et des eaux usées;
- Le caractère approprié des équipements et leur accessibilité pour leur nettoyage, leur entretien et leur maintenance préventive;
- La gestion des produits achetés;
- Les mesures de prévention contre les transferts de contaminations;
- Le nettoyage et la désinfection;
- La maîtrise des nuisibles;
- L'hygiène du personnel **(ISO/TS 22002-1, 2009)**.

II.1.2 Bonnes pratiques de fabrication (BPF)

Les bonnes pratiques de fabrication sont un des éléments de l'assurance de la qualité, elles garantissent que les produits sont fabriqués et contrôlés de façon uniforme et selon des normes de qualité adaptées à leur utilisation. La mise en place des BPF s'inscrit dans la logique de la démarche qualité **(OMS, 1997)**.

Les Bonnes pratiques de fabrications s'appliquent en général aux :

- Programmes d'approvisionnement ;
- Transport ;
- Nettoyage et désinfection ;
- L'approvisionnement en eau ;
- Gestion des déchets ;
- Lutte contre les nuisibles ;
- Enregistrement (**Codex Alimentarius, 1997**).

II.2 Nettoyage et désinfection

Les opérations de nettoyage et de désinfection sont un prérequis des plus importants des bonnes pratiques de fabrication. Le résultat d'une procédure de nettoyage-désinfection correcte doit correspondre à la fois à une surface physiquement, biologiquement et chimiquement propre.

- Physiquement propre signifie qu'aucune souillure ne doit être physiquement détectable.
- Biologiquement propre qu'aucun micro-organisme ne doit survivre.
- Chimiquement propre qu'aucun élément étranger ne doit être décelable par des méthodes de dosage chimique (**Bénézech et Lalande, 1999**).

II.2.1 Nettoyage

Le nettoyage est une opération qui permet l'élimination des souillures, des résidus d'aliments, de la saleté, de la graisse ou de toute autre matière indésirable (**Codex Alimentarius, 2012**).

Son objectif est de parvenir à briser les liens physicochimiques entre les souillures et la surface à l'aide d'une action mécanique et chimique et de prévenir également la création de biofilms (**Massicotte, 2009**).

II.2.1.1 Souillures

Les souillures ou salissures sont des composantes des denrées alimentaires plus ou moins dégradées, ou modifiées par la chaleur, le froid, l'humidité, la lumière, l'oxygène et /ou par les microorganismes (**Pluyette, 1995**).

Le comportement des souillures varie en fonction de leur composition et les modifications physico-chimiques qu'elles peuvent subir. Ces souillures sont classées en fonction de leur solubilité, facilités de nettoyage et leur comportement à la chaleur (**Pluyette, 1995**).

Il en existe différents types, elles sont citées ci-dessous :

Ils s'agit des :

- Souillures minérales : Dépôt de matière minérale le plus souvent issu de l'eau utilisée ou des fragments de produits eux-mêmes.
- Souillures organiques: Fragments macroscopiques de produits renfermant fréquemment des microorganismes.
- Souillures microbiologiques : Accumulation de micro-organismes simplement adhérents aux surfaces ou sous forme de biofilm **(Pluyette, 1995)**.

II.2.1.2 Techniques de nettoyage

Deux techniques de nettoyage existent :

-  Technique manuelle : lors du nettoyage mécanique, on utilise des brosses de lavage pour obtenir l'effet de décapage mécanique désiré **(Gosta, 1995)**.
-  Technique automatique : Le Nettoyage En Place (NEP) est une technique largement répandue en industrie agro-alimentaire pour le nettoyage des systèmes fermés composés de réseaux de connections tubulaires reliant différents équipements et cuves par circulation d'eau, de détergents et/ou de désinfectants **(Bénézech et Lalande, 1999)**.

Le principe de fonctionnement d'une station « NEP » est le suivant : les solutions de nettoyage sont soutirées des cuves par les lignes d'envois, circulant dans le circuit à nettoyer et sont reprises dans les cuves par les lignes de retours avec des modalités spécifiques afin de ne pas polluer la solution de nettoyage **(Bénézech et Lalande, 1999)**.

Un cycle de nettoyage comprend en général les séquences suivantes :

- Une pousse à l'eau et/ou à l'air de façon à réduire la perte de produit, faciliter ainsi le nettoyage et réduire l'importance des effluents.
- Un fonctionnement par à-coups est plus efficace classiquement 3 séquences de rinçage de 30 secondes suivi de 30 secondes de vidange. Cette étape est toute à fait envisageable en utilisant l'eau du dernier rinçage du précédent cycle de NEP.
- Un rinçage initial à l'eau dès que possible afin d'éviter tout dessèchement des souillures résiduelles. L'eau de rinçage en sortie des installations doit dans la mesure du possible être limpide.
- Un nettoyage par circulation d'un détergent chaud en boucle fermée avec ou sans récupération dans un bac.

Ce détergent est en général réutilisé après réajustement des concentrations .L'utilisation pour une étape ultérieure de pousse à l'eau est possible, les contraintes à la réutilisation sont la charge en souillure et en micro-organismes.

- Des rinçages intermédiaires avec ou sans recyclage. L'objectif est d'éliminer toute trace de détergent qui peut être mesuré soit par pH-mètre soit par conductimétrie.
- un passage éventuel d'un second détergent. Plusieurs types de détergents sont parfois utilisés consécutivement avec rinçages intermédiaires (alcalin, rinçage, acide, rinçage...).
- une désinfection, dans de nombreux cas, le désinfectant est injecté dans le flux circulant d'eau de rinçage suivi d'un temps d'arrêt ou le circuit va rester en contact avec le désinfectant.
- Le rinçage final avec de l'eau potable. Dans certains pays cette étape n'est pas effectuée.

Les couples temps/température de chacune des séquences de nettoyage sont spécifiques des équipements ou du type d'installation à nettoyer et d'une manière générale du type de procédé de transformation (**Bénézech et Lalande, 1999**).

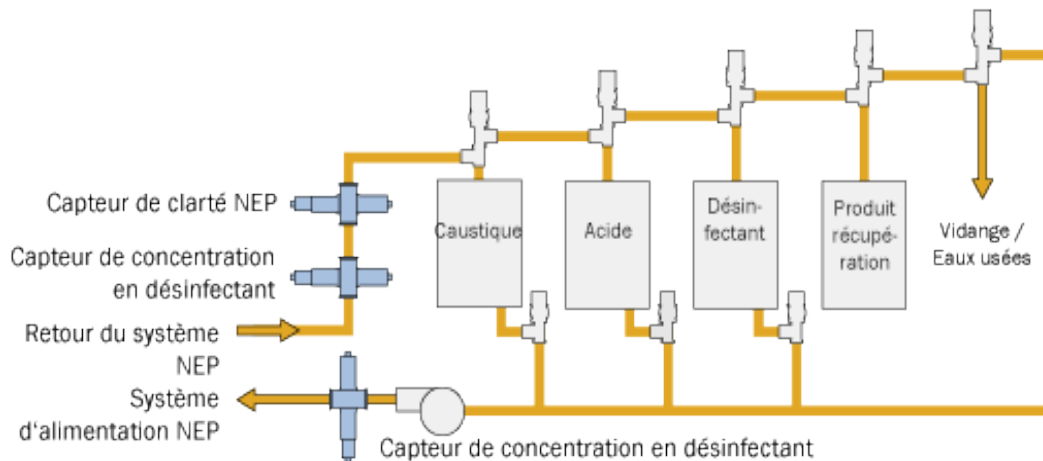


Figure N° 3 : Nettoyage en place (NEP) (Anonyme 1).

II.2.1.3 Facteurs déterminant l'efficacité du nettoyage

Pour assurer des résultats satisfaisants avec une solution détergente donnée, il est impératif de contrôler un certain nombre de variables que l'on appelle le cercle de Sinner (figure N°04). Il s'agit des TACT : Temps, Action mécanique, Concentration et Température. La présence de ces quatre facteurs est indispensable et leur combinaison est variable. Quelle que soit la méthode mise en œuvre et l'organisation choisie, ils sont toujours présents et la diminution de l'un est toujours compensé par l'augmentation d'un ou des autres.

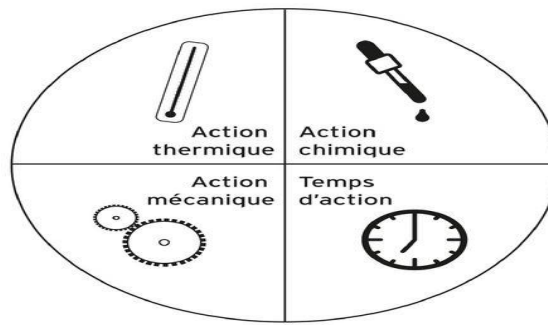


Figure N°04 : cercle de Sinner (Anonyme 2).

Les quatre composants du nettoyage selon **Tovena-Pecault (2000)** sont indiqués ci-dessous :

➤ **Temps**

La durée de la phase de nettoyage au détergent doit être calculée avec soin pour obtenir l'effet nettoyant optimal. Il ne suffit pas de rincer un système de tuyauteries à l'aide d'une solution détergente, le détergent doit circuler suffisamment longtemps pour dissoudre les souillures.

Le temps nécessaire dépend de l'épaisseur des dépôts et de la température de la solution détergente (**Tovena-Pecault, 2000**).

➤ **Action mécanique**

Lors du nettoyage mécanisé des systèmes de tuyauteries, cuves et autres matériels de traitement, l'effet mécanique est fourni par la vitesse d'écoulement. Les pompes d'alimentation en détergent sont dimensionnées de manière à assurer des débits plus élevés que les pompes de produit, avec des vitesses d'écoulement de 1,5 à 3 m/s dans les canalisations. A ces vitesses, l'écoulement de liquide est extrêmement turbulent, ce qui se traduit par un excellent effet décapant sur les surfaces de l'équipement (**Tovena-Pecault, 2000**).

➤ **Concentration**

La quantité de détergent présente dans la solution devra être ajustée à la concentration appropriée avant de commencer le nettoyage (**Tovena-Pecault, 2000**).

➤ **Température**

En général, l'efficacité d'une solution détergente augmente en même temps que la température. Un détergent mélangé a toujours une température optimale à laquelle il devra être utilisé.

Le nettoyage au détergent alcalin devra être effectué à la même température à laquelle a été exposé le produit. Pour le nettoyage aux détergents acides, il est conseillé de l'appliquer à des températures de 68 à 70°C (**Tovena-Pecault, 2000**).

II.2.2 Désinfection

Les opérations de désinfection sont la réduction, au moyen d'agents chimiques ou de méthodes physiques du nombre de micro-organismes présents dans l'environnement, jusqu'à l'obtention d'un

niveau acceptable et ne compromettant pas la sécurité ou la salubrité des aliments (**Codex Alimentarius, 2012**).

Son objectif dans l'industrie agro-alimentaire est de réduire le nombre de micro-organismes à un niveau tel qu'il ne peut pas affecter la qualité et la sûreté des produits alimentaires (**Vlokova et al., 2008**). Le désinfectant empêche en même temps la croissance des microorganismes restant (**Wirtanen et al., 2002**).

II.2.2.1 Techniques de désinfection

Ces opérations permettent l'amélioration de l'effet bactériologique obtenu après nettoyage par destruction des microorganismes restant sur les surfaces.

Il existe deux méthodes de désinfection :

- ✓ Désinfection thermique (eau bouillante, eau chaude, vapeur).
- ✓ Désinfection chimique (chlore, acides, iodophores, peroxyde d'hydrogène etc.) (**Gosta, 1995**).

a. Désinfection thermique (Sanitation)

C'est une opération obligatoire après chaque lavage long ou court des équipements. Son efficacité dépend de la température et de la durée. En pratique une température de 70°C à 80°C doit être maintenue durant 15 minutes. L'infrastructure et les équipements doivent supporter de telles conditions de température et de pression (**Bénézech et Lalande, 1999**).

b. Désinfection chimique

C'est une opération qui consiste à utiliser des produits désinfectants ayant une activité bactéricide et fongicide ainsi que sporicide, dans le but de débarrasser les surfaces de leurs germes d'altération du produit alimentaire ou de germe dangereux pour le consommateur (**Amgar, 1998**).

Dans les industries alimentaires, les principaux désinfectants retenus peuvent se classer de la façon suivante :

Halogènes

Les composés chlorés : ce sont des produits qui agissent par oxydation des structures protéiques de la membrane cellulaire des micro-organismes en détruisant sa perméabilité sélective.

Ils ont une action irréversible et non sélective, il s'agit de produits efficaces à large spectre.

Leur inconvénient c'est qu'ils sont corrosifs, on cite par exemple l'eau de javel.

Les produits iodés : les iodophores sont des molécules à large spectre utilisables en phase acide seulement (**Amgar, 1998**).

Ammoniums quaternaires

Leur spectre d'activité est plus faible que celui des halogènes, ils ont une activité fongicide et bactéricide y compris sur les bactéries Gram négatif. L'inconvénient des ammoniums quaternaires réside dans le fait qu'ils sont moussants ce qui limite leur utilisation en NEP (**Amgar, 1998**).

✚ Acide peracétique

Il est obtenu par combinaison d'acide acétique et d'eau oxygénée (H₂O₂) et se décompose en acide acétique et oxygène, il possède un large spectre d'activité bactéricide et sporicide à température ambiante (**Amgar, 1998**).

✚ Alcools

L'alcool éthylique est un bon désinfectant bactéricide mais qui n'a pas d'activité sporicide, il existe aussi d'autres dérivés : l'éthanol qui a une efficacité bactéricide supérieure à l'alcool (**Amgar, 1998**).

✚ Biguanides

Le Chlorhexidine est le représentant le plus connu de cette famille, ils ont l'avantage de présenter un large spectre notamment en synergie avec les ammoniums quaternaires (**Amgar, 1998**).

TableauN°2 : Spectre d'activité de quelques principes désinfectants (Anonyme 3).

	GRAM+	GRAM-	Levure/moisissure	Virus	Spores
Halogènes (chloré et iodé)	++	++	++	++	(+)
Ammonium quaternaires	++	+	++	(+)	-
Alcools	++	++	+	(+)	-
Biguanides	++	++	+	(+)	-
Peroxyde	++	++	++	++	+

++ : Bonne activité ; + : Activité moyenne ; (+) : Limité ou activité sélective ; - : Pas d'activité

III. Organismes indicateurs

III.1 Généralités

III.1.1 Définition

Les microorganismes indicateurs sont une sorte de critères microbiologiques qui sont souvent utilisés par les industriels pour surveiller un processus de fabrication et juger du bon fonctionnement de leur établissement.

Ce sont des critères indicatifs et leurs fonctions comme mécanismes d'alerte sont d'informer les industriels sur les niveaux qui doivent être atteints aux points critiques et ou dans le produit fini quand ils appliquent les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication (**Fedirighi, 2005**).

III.1.2 Germes indicateurs d'hygiène des procédés

Les germes indicateurs d'hygiène des procédés dit encore « Critère d'hygiène du procédé » sont défini comme suit: Un critère indiquant l'acceptabilité du fonctionnement du procédé de production. Un tel critère n'est pas applicable aux produits mis sur le marché. Il fixe une valeur indicative de contamination dont le dépassement exige des mesures correctives destinées à maintenir l'hygiène du procédé conformément à la législation sur les denrées alimentaires » (**Règlement (CE) n°2073/2005**). Différents germes peuvent être utilisés comme organismes indicateurs, nous citerons :

a. Entérobactéries

Les entérobactéries constituent un groupe de bactéries ayant une forte similitude, la création du groupe a été proposé par Rahn en 1937 qu'il dénomma famille *Enterobacteriaceae* et dans lequel il rassemblera les genres bactériens tels que : *Escherichia*, *Salmonella*, *klebsialla*, *Shigella*) dans le genre unique *Enterobacter* (**Joly et al., 2004**).

Elles sont largement répandues dans l'environnement (sol, végétaux...) et dans l'intestin de l'homme et des animaux (**Brenner ,1984**).

L'identification et le dénombrement des *Enterobacteriaceae* indiquent un défaut de maîtrise d'hygiène générale (**Fedirighi, 2005**).

b. Flore aérobie mésophile totale

La flore aérobie mésophile totale englobe l'ensemble des microorganismes qui sont capables de se multiplier en aérobiose à des températures comprises entre +20°C et +45°C. Au laboratoire on dénombre la flore aérobie mésophile totale à +30°C durant 72heures. Son dénombrement donne une indication sur la qualité hygiénique. Elle peut être considérée comme flore d'altération car la présence d'une flore mésophile revivifiable abondante indique un processus de dégradation en cours (**Bonnefoy et al., 2002**).

c. Levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des cellules eucaryotes. Regroupées sous le vocable de flore fongique, elles sont très largement répandues dans l'environnement grâce à leur grande capacité de croître sur de nombreux substrats (**Boutin-Forzano et al., 2006**).

Si le rôle des levures est reconnu comme bénéfique dans le domaine agroalimentaire, elles représentent aussi une source potentielle de contamination.

Elles entraînent des altérations rendant le produit final indésirable (aspect trouble, odeurs ou goûts indésirables, gonflement des produits ou de leur emballage) compromettant ainsi la pérennité du procédé (qualité de l'aliment, hygiène des surfaces, rentabilité économique, risque sanitaire) (**Guillemot, 2006**).

III.2 Intérêt de la recherche et du dénombrement des microorganismes dans l'industrie agroalimentaire

Les intérêts de la recherche et du dénombrement des microorganismes en industrie alimentaire sont multiples :

✓ Intérêt hygiénique

L'examen microbiologique permet d'évaluer le niveau de contamination des produits destinés à la consommation et la nature de leur microflore pathogène et d'altération (**Guiraud et Galzy, 1980**).

✓ Intérêt nutritionnel

Certains microorganismes sont protéolytiques et/ou lipolytiques entraînant ainsi une diminution de la valeur nutritionnelle des produits. Leur recherche évite des pertes importantes en nutriments.

La détérioration de la qualité microbiologique peut aussi avoir un impact sur la santé du consommateur (**Azele, 1984**).

✓ Intérêt technologique

Certaines flores peuvent être intéressantes à dénombrer car elles fournissent une indication sur la présence et le nombre de microorganismes dotés de fortes activités. Métaboliques et susceptibles d'influencer l'aptitude à la conservation ou à la transformation ou le maintien de propriétés organoleptiques de certains produits (**Fedirighi, 2005**).

Retrouver certains germes et leur dénombrement dans des produits ou sur des surfaces permet de tirer des conclusions sur la méthode de travail dans l'unité alimentaire productrice.

Les principales interprétations sont regroupées dans le tableau N°03 :

Tableau N°03: Liste des indicateurs principalement utilisés en France dans la plupart filières alimentaires. Afssa – Saisine n° 2006-SA-0215,2007 (tableau modifié).

Indicateurs	Interprétation
Micro-organismes aérobies croissant à 30°C ou « flore aérobie mésophile »	-Indicateur du niveau général d'hygiène et/ ou flore d'altération reflète l'histoire du produit (mauvaise gestion du couple durée/température, rupture de la chaîne du froid). -Cette flore peut comprendre des bactéries qui se multiplient à la température des Réfrigérateurs.
Levures et moisissures	-Indicateur d'une contamination environnementale non maîtrisée par les traitements technologiques. - Flore d'altération. -Il existe de nombreuses espèces qui se multiplient à la température du réfrigérateur.
Entérobactéries croissant à 30°C	-Indicateurs liés principalement à une contamination fécale humaine ou animale mais aussi à une contamination environnementale non maîtrisée par les traitements technologiques.

Partie expérimentale



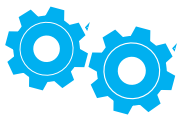


OBJECTIFS

Notre étude a été réalisée dans l'industrie laitière Danone Djurdjura Algérie dans la wilaya de Bejaia, lors d'un stage qui s'étale du 12 aout au 12 septembre 2018, elle a pour principaux objectifs :

- ✓ L'évaluation de l'efficacité des bonnes pratiques de fabrication, en particulier les opérations de nettoyage-désinfection par l'utilisation des microorganismes indicateurs. Cette évaluation est fondée sur des analyses microbiologiques des surfaces internes du processus de fabrication du yaourt brassé avant et après nettoyage et désinfection. Nous dénombrons deux genres bactériens souvent utilisés comme indicateurs d'hygiène pour les surfaces, à savoir la flore aérobie mésophile totale (FAMT) ainsi que les coliformes totaux.
- ✓ Un autre objectif a été aussi visé par notre étude, c'est de dénombrer les levures et moisissures toujours sur les surfaces. Ce volet de notre étude rentre dans le cadre d'une investigation déclenchée par l'unité pour essayer de comprendre l'origine d'un incident technologique survenu sur un type de yaourt brassé et qui consiste en un gonflement anormal de l'opercule.

Les levures et moisissures sont ciblées parce que souvent incriminées dans ce type d'incident.



CHAPITRE I. MATERIELS

I.1 Présentation de l'organisme d'accueil

I.1.1 Situation géographique

L'unité se situe dans la zone industrielle de « TAHARACHT » qui est un véritable carrefour économique de la wilaya de Bejaia.

Elle est située à :

- 2 km d'une grande agglomération (AKBOU).
- quelques dizaines de mètres de la voie ferrée.
- 60 km de Bejaia, chef-lieu de la région et pôle économique important de l'Algérie doté d'un port à fort trafic et un aéroport international.
- 170 kilomètres à l'ouest de la capitale Alger.

I.1.2 Activités de l'entreprise

L'activité principale étant la fabrication et la commercialisation de produits laitiers, cette activité est partagée en trois axes :

- Approvisionnement en matières premières.
- Transformation et conditionnement.
- Stockage et commercialisation.

I.1.3 Présentation des laboratoires de l'organisme d'accueil

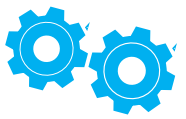
L'entreprise possède un laboratoire principal divisé en plusieurs sous laboratoires « selon le type d'analyse effectuée » cités ci-dessous :

- ✓ Laboratoire « Collecte »
- ✓ Laboratoire « Process pour le produit semi fini »
- ✓ Laboratoire « Physico-chimie pour le produit fini »
- ✓ Laboratoire « Microbiologie »

I.2 Echantillonnage et prélèvements

Un prélèvement aseptique est indispensable à l'obtention de résultats significatifs et doit être considéré comme une phase préliminaire de l'analyse. Au sein de l'unité nous avons réalisé des prélèvements au niveau des surfaces internes (en contact avec le produit) des équipements intervenant tout au long du process de fabrication du yaourt brassé, avant et après nettoyage.

Au total 32 prélèvements ont été réalisés à partir des sites suivants



- ✎ TLC : Tank Lait Cru
- ✎ Echantillonneur TLC : Robinet situé en bas du TLC.
- ✎ TLF : Tank Lait Frais
- ✎ Echantillonneur TLF
- ✎ TSC : Tank Stockage Crème
- ✎ Ligne de poudrage (filtre)
- ✎ TLE: Tank Lait Ecrémé
- ✎ Echantillonneur TLE
- ✎ Sortie pasteurisateur
- ✎ TMB: Tank Maturation Brassé
- ✎ Echantillonneur TMB
- ✎ Refroidisseur
- ✎ TSBL: Tank Stockage Brassé Lait
- ✎ Echantillonneur TSBL
- ✎ Conditionneuse : trémie + doseur

Toutes les surfaces échantillonnées sont présentées dans le tableau tableau N°4.

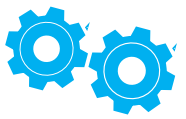
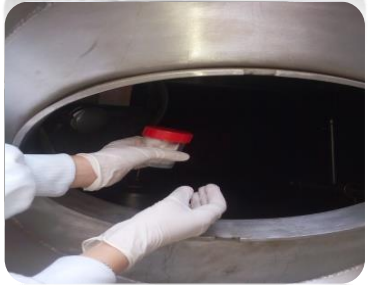
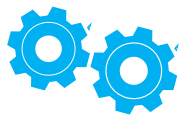
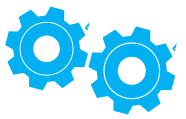


Tableau N°4 : Points de prélèvement ciblés (tableau personnel, photos personnelles).

Equipements	Points ciblés	Illustration
TLC (Tank Lait Cru)	Trou d'homme	
	Échantillonneur	
TLF (Tank Lait Frais)	Trou d'homme	
	Échantillonneur	
TSC (Tank Stockage Crème)	Trou d'homme	
Ligne poudrage	Filtre	



TLE (Tank Lait Ecrémé)	Trou d'homme	
	Echantillonneur	
Pasteurisateur	Sortie pasteurisateur	
TMB (Tank Maturation Brassé)	Trou d'homme	
	Echantillonneur	
Refroidisseur		
TSBL(Tank Stockage Brassé Lait)	Trou d'homme	

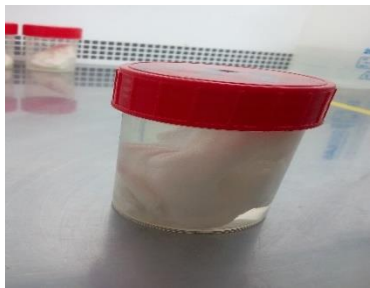
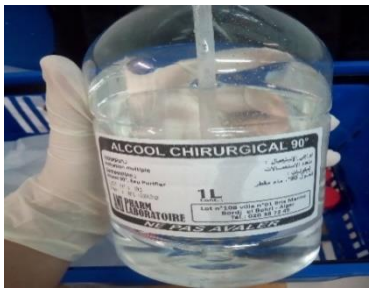


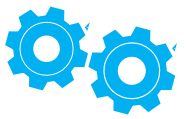
TSBL(Tank Stockage Brassé Lait)	Echantillonneur	
Conditionneuse	Doseur	
	Trémie	

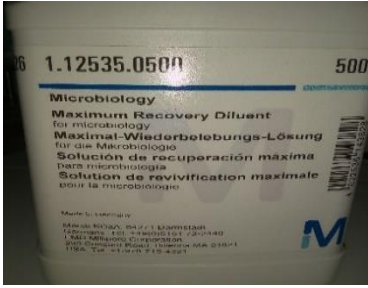
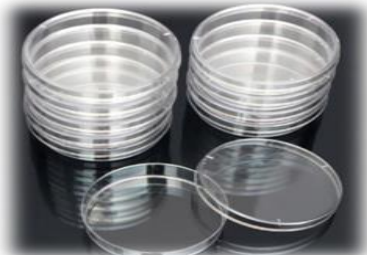
I.3 Réactifs et autres matériels de laboratoire

Le matériel que nous avons utilisé pour les prélèvements et les réactifs utilisés dans l'analyse bactériologique figurent dans le tableau N°5

TableauN°5 : Matériels utilisés (Tableau personnel, photos personnelles).

		
Compresse stériles Ref : Socothyd	Flacons stériles	Alcool 90° Ref : laboratoire AMI PHARM
		



Piptus	Pipettes	Portoir
		
Tryptone Sel Eau (TSE)	TSE lyophilisé Ref : Laboratoire Merck	Vortex
		
VRBG	Oxytétracycline	PCA
		
PCA : (Plate Count Agar) Ref : Laboratoire VWR CHEMICALS	VRBG :(Violet Red Bile Glucose agar) Ref : Laboratoire Biokar	OGA (Gélose glucosée à l'oxytétracycline) Ref : Laboratoire CONDAS
		
Hotte microbiologique	Hotte microbiologique	Boites de pétries
		
Autoclave	Bain-marie	Bain-marie



CHAPITRE II. METHODES

II.1 Méthode de prélèvement

II.1.1 Ecouvillonnage

L'écouvillonnage repose sur le décrochement des bactéries par frottement de la surface, deux méthodes sont utilisées :

II.1.1.1 Avec compresse

Les méthodes par écouvillonnage à l'aide de compresses sont appropriées pour l'échantillonnage des grandes surfaces (différents tanks cité ci-dessus, ligne poudrage, refroidisseur, conditionneuse).

Les prélèvements sont effectués selon la recommandation de la norme **(ISO 18593, 2004)** à l'aide de compresses stériles, en prenant la précaution de stériliser les mains après avoir porté les gants avec une solution alcoolique à 90°.

La compresse est humidifiée avec le diluant TSE , la totalité de la surface choisie est frottée soigneusement de manière à atteindre un maximum de surface, pour assurer une récupération maximale des germes présents sur la surface de l'équipement.

Les compresses utilisées sont mises dans des flacons stériles portant toutes les inscriptions nécessaires pour l' identifier. L'échantillon est acheminé immédiatement au laboratoire d'analyse.

Remarque : surfaces écouvillonnées non planes (les résultats du dénombrement seront exprimés en UFC par écouvillon (sw) selon la recommandation de l'**(ISO 18593, 2004)**).

II.1.1.2 Avec écouvillon

Les méthodes d'écouvillonnage à l'aide d'écouvillons sont appropriées pour l'échantillonnage des petites surfaces, elles permettent de réaliser des prélèvements sur des surfaces de géométrie complexe (différents échantillonneurs, sortie pasteurisateur).

L'extrémité de l'écouvillon est humidifiée avec le diluant TSE, nous avons frotté soigneusement la surface en le faisant tourner de façon à récupérer tous les germes qui sont collés à la surface . L'écouvillon est remis dans son conteneur, identifié, et acheminé au laboratoire.

Remarque: Les résultats du dénombrement seront exprimés en UFC par écouvillon) **(ISO 18593, 2004)**.



II.2 Méthodes d'analyse

Pour notre étude nous avons dénombré la flore aérobie mésophile totale, les coliformes totaux ainsi que les levures/ moisissures.

II.2.1 Traitement des échantillons

Les prélèvements (compresses et écouvillons) sont traités sous une hotte microbiologique stérilisée par UV.

Une suspension mère est préparée pour chaque échantillon en rajoutant 90ml (pour les compresses) et 10ml (pour les écouvillons) de diluant TSE, la suspension mère étant concentrée à 10^{-1} .

Par la suite, à l'aide de pipette de 1ml stérile à usage unique des dilutions décimales sont ensuite préparées pour obtenir des dilutions -2,-3,-4,-5 (**ISO 18593, 2004**).

➤ Préparation des dilutions décimales

Les dilutions décimales successives sont préparées à partir de la solution mère dans des conditions aseptiques (hotte microbiologique).

Après avoir mis 9ml de diluant dans une série de tubes à essai stériles, avec une pipette stérile, 1ml de la suspension mère ou de la dilution précédente est transféré aseptiquement dans le tube de la dilution décimale suivante, (Figure n°5).

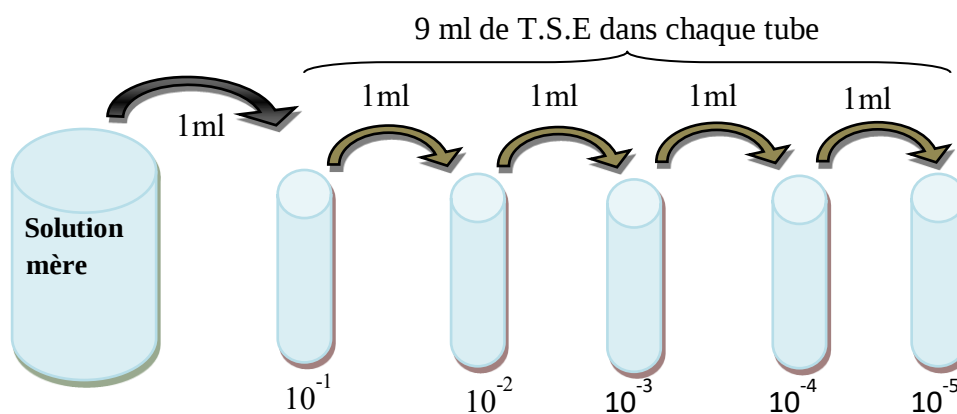


Figure n°5: Préparation des dilutions décimales des échantillons de surface(schéma personnel).



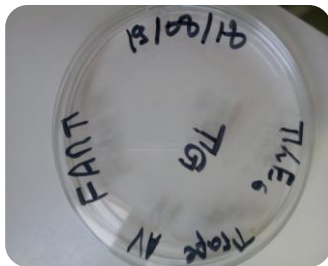
II.2.2 Dénombrement de la flore aérobique mésophile totale et des coliformes totaux

Le protocole de dénombrement de la flore aérobique mésophile totale et celui des coliformes totaux est le même pour toutes les étapes de préparation des suspension mères et des dilutions décimales ainsi que pour l'isolement en profondeur. La seule différence réside dans les géloses utilisées pour l'isolement. Ainsi pour les coliformes nous utilisons le milieu sélectif « VRBG » (Violet Red Bile Glucose Agar) tel que recommandé par la norme (NF V08-060 / 2009) et pour les FAMT, nous utilisons du PCA (plate Count Agar) tel que recommandé par de la norme (NF EN ISO 4833:2003).

Le protocole de l'isolement suivi est décrit ci-dessous :

- ✎ A l'aide de pipette stérile à usage unique, transférer 1 ml de la suspension mère et/ou des dilutions décimales successives dans des boîtes de Pétri stériles vides préparées et identifier selon le numéro de dilution correspondant (figure N°6).

Remarque : les photos ci-dessous sont des photos personnelles.



Figures N°6 : Préparation des boîtes de pétri et incorporation de 1ml de la solution testée.

- ✎ Ajouter par incorporation, 15 ml de la gélose correspondante (selon le germe recherché) fondue puis refroidie à $47 \pm 2^\circ\text{C}$ dans un bain marie, mélanger soigneusement le contenu en effectuant des mouvements circulaires et de «va-et-vient» en formes de «8» sur une surface horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, et laisser solidifier Figure N°7.

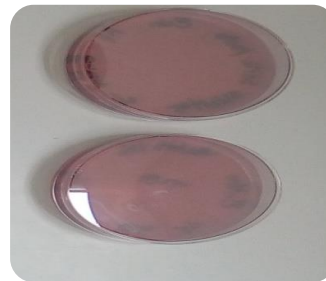


Figure N°7 : Remplissage des boîtes par la gélose correspondante selon le germe recherché.

- ✎ Une deuxième couche dite protectrice de 5 ml de la gélose VRBG est ajoutée à la surface. Laisser se solidifier.
- ✎ Les coliformes totaux sont incubés pendant 24 heures à 37°C , et la FAMT pendant 72h à 30°C .



a) Lecture et expression des résultats

- La lecture se fait au bout de 24 heures sur les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies pour les coliformes totaux (figure N°8) et au bout de 72h sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies pour la FAMT (figure N°9).



Figure N°8 : Résultats du dénombrement des coliformes totaux.

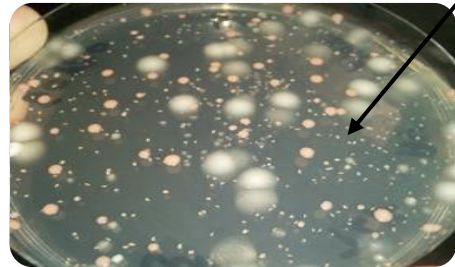


Figure N°9 : Résultats du dénombrement de la FAMT.

b) Exploitation des résultats

- Le nombre de colonies dans l'échantillon (suspension mère) est calculé selon la recommandation de la norme **l'ISO 7218, 2007**.

Le calcul de la concentration bactérienne N en UFC par ml ou par g est donnée par la suivante formule :

$$N = \frac{\sum c}{(V \times 1,1D)}$$

$\sum c$ = Somme de colonies comptées sur les deux boites retenues.

V = Volume de l'inoculum.

D = Dilution correspondante à la première boite retenue.

1,1= Constante mathématique

- Pour les surfaces non planes, le nombre d'UFC est calculé selon la norme **ISO 18593, 2004** par l'utilisation de la formule : $N_{sw} = N \times F \times D$.

(Le résultat est donné en UFC/ surface écouvillonnée (sw)).

F = Volume en ml de la dilution mère.

D = l'inverse de la dilution utilisée.

c) Interprétation des résultats du dénombrement des FAMT et des coliformes

Pour interpréter les résultats et juger de l'état de satisfaction ou non, nous nous sommes référés aux «**Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, 2003**» du Québec, faute de réglementation algérienne concernant les critères microbiologiques des surfaces.



Les critères microbiologiques adoptés par ces lignes directrices stipulent que la FAMT ne doit pas dépasser le seuil de $1 \times 10^2 \text{ UFC/sw}$ et que les coliformes ne doivent pas être détectés (figure N°10).

Paramètre	Signification	Plan d'interprétation critères
FAMT		
Lave vaisselles, ustensiles et vaisselle.	BPF	1 UFC/cm^3
Lavage des ustensiles, de la vaisselle et des surfaces de travail, etc	BPF	$1 \times 10 \text{ UFC/cm}^3$
Coliformestotaux ou thermotolérant pour toutes surfaces.	BPF	Non détecté/ cm^3
Note : critères utilisés à titre indicatif, pour apporter des correctifs sur les procédures de nettoyage et de désinfection.		

Tableau N°6 : Plan d'interprétation critères« lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, 2003 ».



II.2.3 Dénombrement des levures et moisissures

Les levures et moisissures sont isolées et dénombrées sur milieu gélosé à base de glucose et de l'oxytétracycline appelé Gélose glucosée à l'oxytétracycline ou OGA.

- Déposer stérilement à l'aide de pipette 1 ml de la suspension mère et/ou des dilutions décimales successives, dans des boîtes de Pétri stériles vides préparées et identifiées selon le numéro de dilution correspondant (figure N°10)

Remarque : les photos ci-dessous sont des photos personnelles.



Figure N°10 : Préparation des boîtes de pétri et incorporation de 1ml de la solution testée.

- Ajouter par incorporation, 15 ml de gélose OGA fondue puis refroidie à $47 \pm 2^\circ\text{C}$ dans un bain marie, homogénéiser soigneusement le contenu en effectuant des mouvements circulaires et de «va-et-vient» en formes de «8» sur une surface horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose (figure N°11).
- Laisser se solidifier.



Figure N°11 : Remplissage des boîtes par la gélose OGA.

- Incuber l'ensemble ainsi préparé pendant 3-5 jour à 25°C .

a) Lecture et expression des résultats

La lecture se fait au bout de 3-5 jours sur toutes les boîtes, (figure N°12).



Figure N°12 : Résultats du dénombrement des levures/moisissures.

b) Exploitation des résultats

1. Le nombre de colonies dans l'échantillon (suspension mère) est calculé selon la recommandation de la norme **NF ISO 7954** relative au dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25°C.

Le nombre de levures ou de moisissures par ml ou par g est donnée par la suivante formule :

$$n_1 = \frac{C \times 5}{d}$$

n_1 = nombre de levures ou de moisissures par dilution

d = dilution correspondante

C = nombre de colonie par boîte.

On calcule de la même manière n_2, n_3, n_4, n_5 pour les dilutions correspondantes.

Et puis :

$$N = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5}{5}$$

N = nombre de levures ou de moisissures / ml ou gr.

2. Pour les surfaces non planes, le nombre de levures ou de moisissures est calculé selon la norme **ISO 18593 de 2004**, en utilisant la formule :

$$N_{sw} = N \times F \times D$$

(Le résultat est donné en nombre de levure ou de moisissure / écouvillon (sw)).

F = Volume en ml de la dilution mère.

D = l'inverse de la dilution utilisée (on a pris en considération la première dilution).



CHAPITRE III. Résultats et discussion

III.1 Résultats des analyses microbiologiques des surfaces

III.1.1 Résultats globaux du dénombrement de la flore aérobique mésophile totale

Nous avons dénombré la flore aérobique mésophile totale, sur chaque point de prélèvement avant et après les opérations de nettoyage désinfection.

Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau N°7 et la figure N°13.

NB : les résultats dans les figures sont exprimés en Log / UFC.

Tableau N°7 : Résultats du dénombrement de la flore aérobique mésophile totale.

	Avant nettoyage	Après nettoyage
TLC	$N_{sw} = 2,5 \times 10^{10}$ UFC/sw	$N_{sw} = 3 \times 10^9$ UFC/sw
TLC échantillonneur	$N_{sw} = 2,6 \times 10^{10}$ UFC/sw	0
TLF	$N_{sw} = 2,4 \times 10^{12}$ UFC/sw	$N_{sw} = 1,4 \times 10^{10}$ UFC/sw
TLF échantillonneur	$N_{sw} = 2,7 \times 10^{12}$ UFC/sw	0
TSC	0	0
Ligne poudrage	0	0
TLE	$N_{sw} = 3,5 \times 10^{12}$	0
TLE échantillonneur	$N_{sw} = 4,9 \times 10^5$	0
Sortie pasteurisateur	0	0
TMB	$N_{sw} = 3 \times 10^{12}$ UFC/sw	0
TMB échantillonneur	$N_{sw} = 1,4 \times 10^9$ UFC/sw	0
Refroidisseur	0	0
TSBL	0	0
TSBL échantillonneur	0	0
Trémie	0	0
Doseurs	0	0

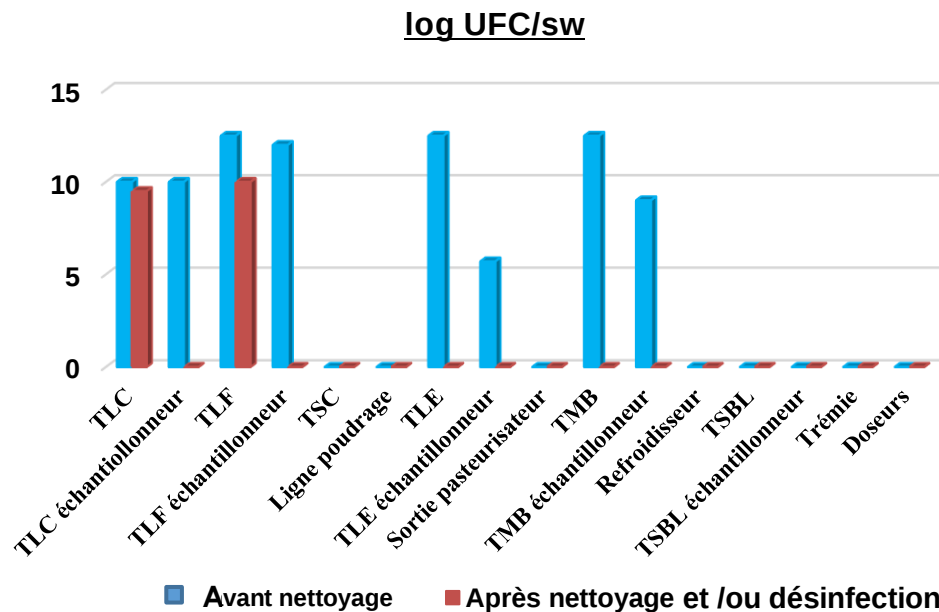


Figure N°13 : Résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile au niveau des surfaces internes des équipements avant et après nettoyage.

Dans le tableau N°6 et la figure N°13, nous observons que les taux de contamination par les FAMT après utilisation et avant nettoyage-désinfection ont atteint des taux élevés de 12,5 log UFC/sw au niveau du TLF et TMB. Nous observons également que même après nettoyage désinfection la population des FAMT n'a été réduite qu'à 10 log UFC/sw pour le TLF ce qui est un très faible taux de réduction, alors que pour le TMB, le nettoyage désinfection a complètement réduit cette population à zéro.

La contamination a été observée surtout au niveau du TLC, TLF, TLE et TMB, pour les trois premiers points, elle serait liée à la contamination du lait cru lui-même (**Sutra et al., 1998**). Jusqu'à ce dernier point le lait est encore cru et n'a pas subi de pasteurisation.

Pour le TMB, c'est le point d'introduction des ferments lactiques, nous pensons que ce sont ces ferments lactiques qui ont été détecté comme FAMT d'autant plus que les coliformes n'ont pas été observés à ce point comme on le verra plus loin.

Presque la moitié des points de prélèvement n'ont pas montré de contamination ni avant ni après nettoyage/désinfection (8/15).

Ces résultats suggèrent que les opérations de nettoyage-désinfection antérieures étaient et restent efficaces, surtout que les mêmes résultats sont observés pour les coliformes totaux comme va suivre.



III.1.2 Résultats globaux du dénombrement des coliformes totaux

Le dénombrement des coliformes totaux avant et après les opérations de nettoyage-désinfection a donné les résultats rapportés dans le tableau 8 et la figure 14.

Tableau N° 8 : Résultats du dénombrement des coliformes totaux.

	Avant nettoyage	Après nettoyage
TLC	$N_{sw} = 1,37 \times 10^{12}$ UFC/sw	$N_{sw} = 3 \times 10^7$ UFC/sw
TLC échantillonneur	$N_{sw} = 6,93 \times 10^9$ UFC/sw	0
TLF	0	0
TLF échantillonneur	0	0
TSC	0	0
Ligne poudrage	0	0
TLE	0	0
TLE échantillonneur	0	0
Sortie pasteurisateur	0	0
TMB	0	0
TMB échantillonneur	0	0
Refroidisseur	0	0
TSBL	0	0
TSBL échantillonneur	0	0
Trémie	0	0
Doseurs	0	0

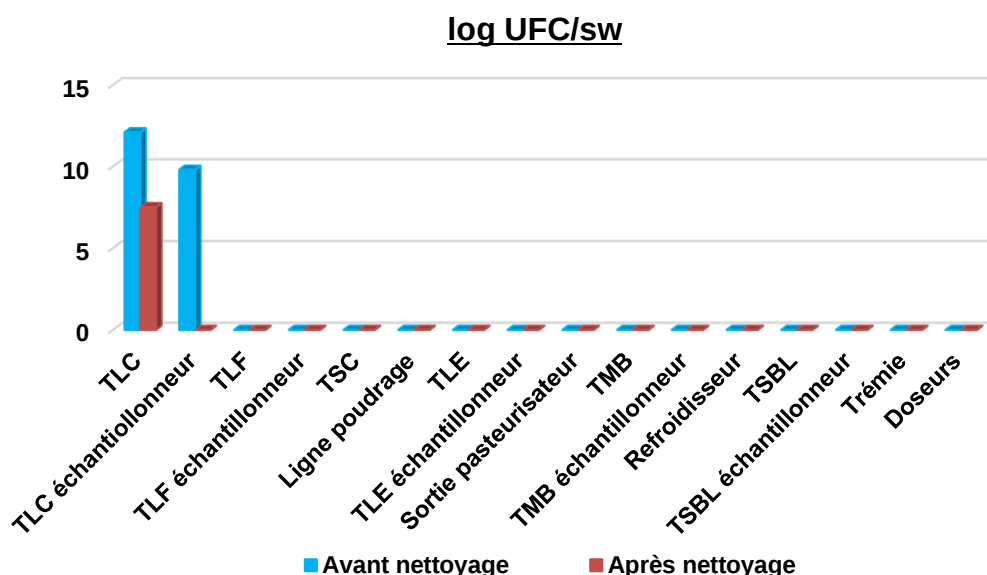


Figure N°14 : Résultats du dénombrement des coliformes totaux au niveau des surfaces internes des équipements avant et après nettoyage.

Dans le tableau N°7 et la figure N°14, nous observons que la contamination par les coliformes après utilisation et avant nettoyage/désinfection n'a été enregistrée qu'au niveau du TLC avec un taux élevé de 12,1 log UFC/sw. ce taux a baissé à seulement 7.5 log UFC/sw après le nettoyage/désinfection.

Aucune contamination aux coliformes n'a été observée au niveau des autres points de prélèvement, la contamination observée dans le TLC serait liée à la contamination du lait cru (*Sutra et al., 1998*).

Pour le TMB, nous n'avons pas enregistré de contamination aux coliformes mais comme le montre la figure N°14 nous avons rapporté une contamination aux FAMT, nous pouvons ainsi conforter notre hypothèse que cette contamination aux FAMT est due à l'introduction des ferments lactiques. Les autres points de prélèvement n'ont pas montré de contamination ni avant ni après nettoyage/désinfection.

Ces résultats suggèrent que les opérations de nettoyage/désinfection antérieures étaient et restent efficaces.



III.1.3 Résultats globaux du dénombrement des levures /moisissures

Le dénombrement des levures et moisissures avant et après les opérations de nettoyage/désinfection a donné les résultats rapportés dans le tableau N°9 et la figure N°15.

Tableau N°9 : Résultats du dénombrement des levures et moisissures.

	Avant nettoyage		Après nettoyage	
	Levure/sw	Moisissures/sw	Levures/sw	Moisissures/sw
TLC	7.7×10^6	3×10^5	3.7×10^3	2×10^2
TLC échantillonneur	10^8	3×10^6	0	0
TLF	0	0	0	0
TLF échantillonneur	0	0	0	0
TSC	0	0	0	0
Ligne poudrage	0	0	0	0
TLE	0	0	0	0
TLE échantillonneur	0	0	0	0
Sortie pasteurisateur	0	0	0	0
TMB	10^{10}	10^9	0	0
TMB échantillonneur	10^7	8×10^5	0	0
Refroidisseur	0	0	0	0
TSBL	0	0	0	0
TSBL échantillonneur	0	0	0	0
Trémie	0	0	0	0
Doseurs	0	0	0	0

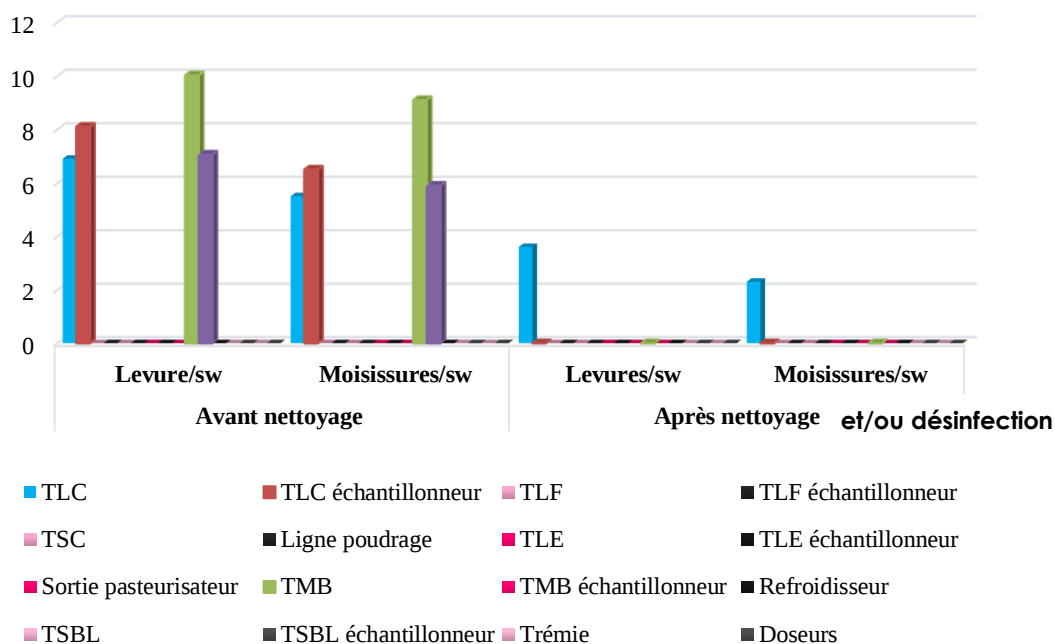


Figure N°15: Résultats du dénombrement des levures et moisissures au niveau des surfaces internes des équipements avant et après nettoyage.

Le tableau N°8 et la figure N°15 , nous montrent que les points de contamination par les levures et moisissures sont le TLC et le TMB.

Le dénombrement des levures et moisissures a été réalisée dans le but d'investiguer les causes qui provoquent le gonflement des pots de yaourt.

De nombreuses études ont mis en cause les levures et moisissures dans les incidents technologiques de la yaourterie en particulier pour le phénomène du gonflement ou les pliages des pots (**Foschino et al., 1993**)

Le fait que les levures et moisissures est en nombre élevé au niveau du TMB et ce ceci avant et après nettoyage désinfection pourrait expliquer le phénomène de gonflement des pots de yaourt. Ces surfaces fortement contaminées pourraient constituer une source de contamination du yaourt et ainsi être à l'origine d'incidents technologiques à l'instar du gonflement.



III.1.4 Résultats du dénombrement par points d'échantillonnage

III.1.4.1 tank lait cru (TLC) (cuve et échantillonneur)

Deux prélèvements sont effectués sur la surface interne de la cuve et de l'échantillonneur (robinet situé en bas du tank) et ceci avant nettoyage (juste après l'avoir vidé de son contenu) et après nettoyage (nettoyage court avec de la soude).

Il est à noter qu'au niveau de ce point de prélèvement, seul le nettoyage court est effectué, la désinfection n'est pas réalisée (ni thermique, ni chimique).

Les résultats sont consignés dans le tableau 10 ci-après et illustrés par la figure 16.

NB : les résultats dans les figures sont exprimés en Log/UFC.

Tableau N°10 : Résultats des analyses microbiologiques du TLC avant et après nettoyage.

Flore dénombrée	Cuve TLC		Echantillonneur TLC		<u>Normes</u>
	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	
Flore aérobie mésophile totale (FAMT)	$2,5 \times 10^{10}$	3×10^9	$2,6 \times 10^{10}$	0	$1 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2$
Coliformes totaux	$1,37 \times 10^{12}$	3×10^7	$6,93 \times 10^9$	0	Non détecté/cm ²
Levures/sw	7.7×10^6	3.7×10^3	10^8	0	
Moisissures/sw	3×10^5	2×10^2	3×10^6	0	

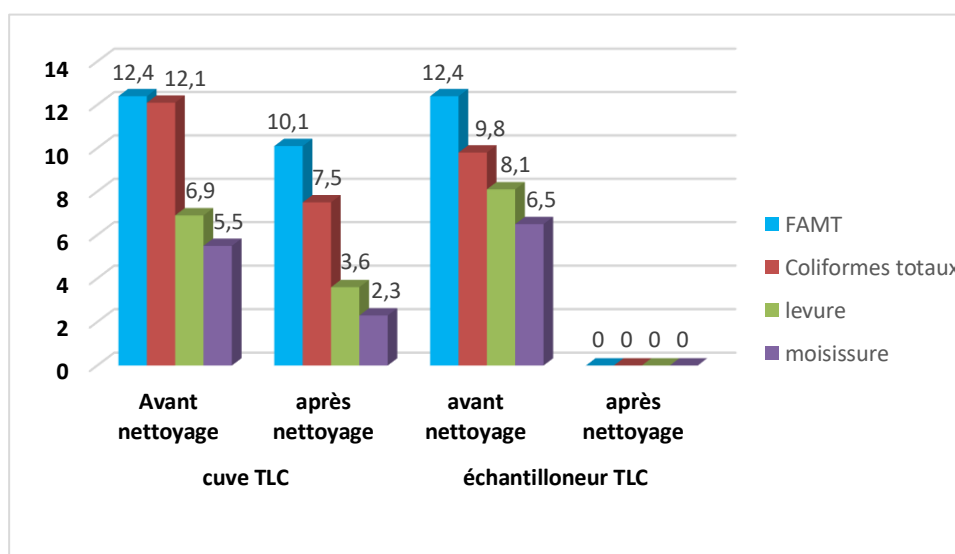


Figure N°16: Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage (sans désinfection).



✎ Avant nettoyage

Les résultats obtenus (figure n°16) montrent une charge importante en FAMT au niveau de la cuve et de l'échantillonneur du TLC. Avant nettoyage court (avec de la soude) (voir annexe tableau paramètre Neptune), elle est de l'ordre de $2,5 \times 10^{10}$ UFC/sw ceci pourrait être expliqué du fait de la nature du produit en contact avec la surface interne du tank (lait cru). Les densités bactériennes résiduelles reflètent les niveaux de contamination initiaux du lait cru (**Sutra et al., 1998**). Mais ces valeurs élevées n'indiquent pas nécessairement la présence des pathogènes (**Sutra et al., 1998**).

On note également un nombre très élevé en coliformes totaux (CT) qui est de l'ordre de $1,37 \times 10^{12}$ UFC/sw.. La présence des CT n'indique aucunement une contamination d'origine fécale, certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier (**LARPENT, 1990**).

Le nombre de levures et de moisissures est de 110 /sw et 15/sw respectivement. Ces résultats sont très probables du fait qu'un environnement d'un atelier de fabrication du yaourt reste très humide et que cette dernière constitue un facteur qui favorise le développement de la flore fongique, ainsi **Guillemot(2006)** affirme que l'acier inoxydable par rapport à d'autres matériaux permet une adhésion très marquée des levures.

✎ Après nettoyage

Pour la cuve TLC, nous observons que le nettoyage reste peu efficace du fait que la population de FAMT n'a pas subi une grande réduction, il en est de même pour les coliformes qui selon les normes ne devraient même pas exister. Ces résultats démontrent que le nettoyage tel qu'il est effectué (une eau de rinçage propre non stérile à température ambiante ;annexe 2) n'est pas suffisant dans les cuves TLC.

Nous pensons que l'unité a pris ce choix de nettoyage sans désinfection au niveau des cuves de TLC pour un gain de temps et surtout que les étapes qui suivent ce point vont éliminer le danger (pasteurisation).

Dans l'échantillonneur (nettoyage par la vapeur 95°C pendant 3min), les résultats ont montré une réduction totale des toutes les populations microbiennes recherchées.



III.1.4.2 Tank lait frais(TLF) (cuve et échantillonneur)

Le tank lait frais contient un lait provenant de la pré pasteurisation du lait cru à 78°C pendant un temps de chambrage de 30s (flach pasteurisation).

Les résultats des analyses effectuées avant et après nettoyage sont présentés dans le tableau 11, et illustrés sur la figure 17.

Tableau N°11 : Résultats des analyses microbiologiques du TLF avant et après nettoyage.

Flore dénombrée	Cuve TLF		Echantillonneur TLF		<u>Normes</u>
	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	
Flore aérobie mésophile totale(FAMT)	$N_{sw}=2,4 \times 10^{12}$	$N_{sw}=1,4 \times 10^{10}$	$N_{sw}=2,7 \times 10^{12}$	$N_{sw}=1,4 \times 10^{10}$	$1 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2$
Coliformes totaux	0	0	0	0	Non détecté/cm ²
Levures/sw	0	0	0	0	
Moisissures/sw	0	0	0	0	

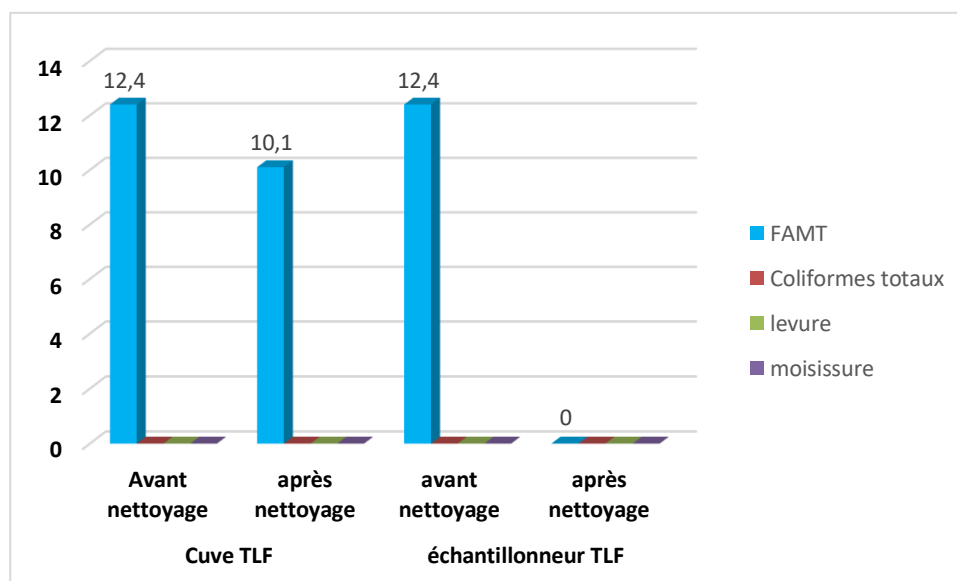


Figure N°17: Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage sans désinfection thermique.



✎ Avant nettoyage

Les résultats du dénombrement (figure n°17) montrent une charge très élevée en FAMT de l'ordre de $2,4 \times 10^{12}$ UFC/sw au niveau de la surface interne du tank lait frais et de son échantillonneur. On note également une absence totale des coliformes totaux et des levures/moisissures.

✎ Après nettoyage

Après un nettoyage de type court (utilisation de la soude seulement et sans désinfection thermique) à ce point de prélèvement (voir annexe 2) nous constatons que la charge en FAMT n'a subi qu'une faible réduction (de $2,4 \times 10^{12}$ UFC à $1,4 \times 10^{10}$ UFC/sw).

Ce résultat montre l'inefficacité de l'opération de nettoyage effectuée.

En comparant ces résultats aux normes, nous pouvons juger que les FAMT sont très élevées et dépassent largement les seuils imposés. Ces valeurs indiquent une insuffisance et une non maîtrise des protocoles de nettoyage.

Au niveau de l'échantillonneur et après traitement par la vapeur 95°C pendant 3min, on remarque que la charge en FAMT, coliformes totaux et levures/moisissures est complètement absente, ceci démontre l'efficacité du traitement effectué et la sensibilité des germes à de telle température.

III.1.4.3 Tank stockage crème fraîche (TSC)

Après l'écémage la crème séparée du lait est stockée dans le tank crème fraîche (TSC) après avoir subi un refroidissement à $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

Les résultats des analyses effectuées sur ce tank avant et après nettoyage sont présentés dans le tableau 12, et illustrés par la figure 18.

Tableau N°12 : Résultats des analyses microbiologiques du TSC avant et après nettoyage.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	<u>Normes</u>
Flore aérobie mésophile totale (FAMT)	0	0	$N_{sw} = 1 \times 10^2$
Coliformes totaux	0	0	Non détecté/sw
Levures/sw	0	0	
Moisissures/sw	0	0	

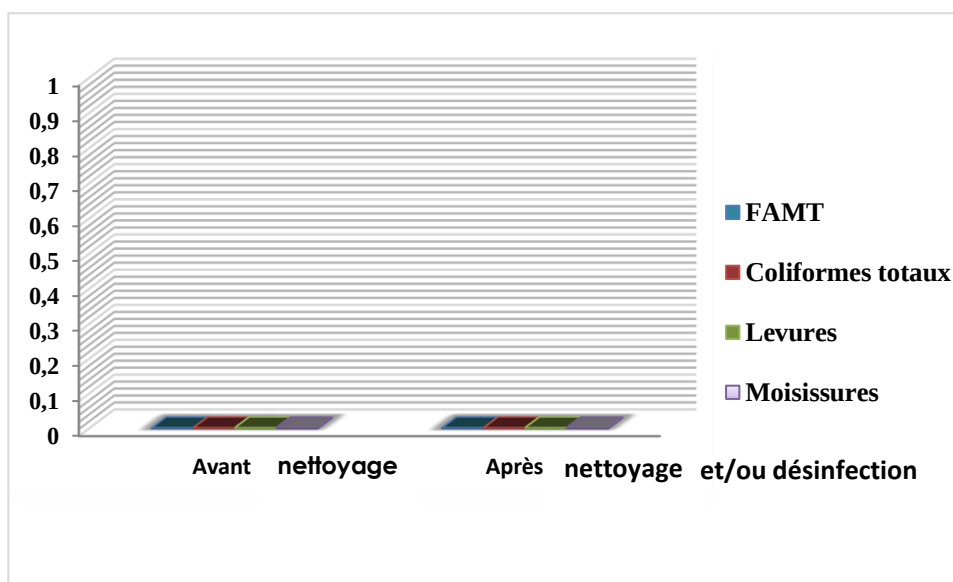


Figure N°18 : Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage sans désinfection thermique.

Les résultats obtenus (figure 18) après les prélèvements sur la surface interne du tank stockage crème avant et après nettoyage/désinfection (nettoyage court = soude) montrent une absence totale de la FAMT, des coliformes totaux ainsi que les levures et moisissures.

III.1.4.4 Ligne poudrage (LP)

Le prélèvement a été effectué au niveau du filtre de la ligne poudrage dans la surface interne.

Les résultats des analyses effectuées sur ce tank avant et après nettoyage sont présentés dans les tableau 13, et illustrés par la figure 19.

Tableau N°13 : Résultats des analyses microbiologiques de la LP avant et après nettoyage.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	<u>Normes</u>
Flore aérobie mésophile totale(FAMT)	0	0	$N_{sw} = 1 \times 10^2$
Coliformes totaux	0	0	Non détecté/sw
Levures/sw	0	0	
Moisissures/sw	0	0	

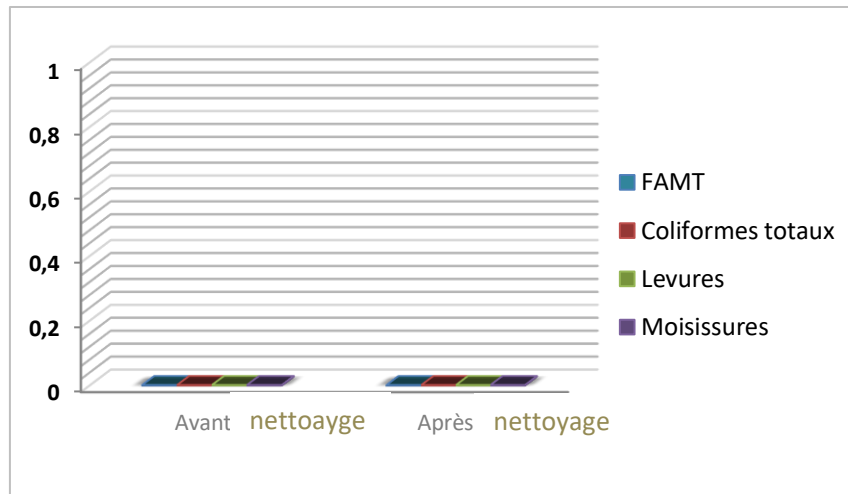


Figure N°19 : Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage sans désinfection thermique.

D'après les résultats illustrés dans la figure N°19, nous observons une absence totale de la FAMT, coliformes totaux, et levures/moisissures que ce soit avant ou après nettoyage-désinfection.

Ces résultats pourraient être imputés au fait que la matière première rajoutée au niveau du triblender soit indemne de contamination (contrôle de la matière première) et aussi au type de nettoyage effectué sur cette ligne de poudrage (nettoyage long = soude + acide) qui s'est avéré plus efficace contrairement à ceux réalisés sur les équipements précédemment cités. .

Ces résultats sont conformes aux normes.

III.1.4.5 Tank lait écrémé (TLE)(cuve et échantillonneur)

Le lait écrémé est stocké dans la cuve du lait écrémé après refroidissement à $+4 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Il est à noter qu'au niveau de ce point de prélèvement la désinfection n'est pas réalisée et le nettoyage effectué est un nettoyage long (nettoyage long = soude + acide).

Les résultats des analyses effectuées sur ce tank avant et après nettoyage sont présentés dans le tableau 14, et illustrés par la figure 20.



Tableau N°14 : Résultats des analyses microbiologiques du TLE avant et après nettoyage.

Flore dénombrée	Cuve TLE		Echantillonneur TLE		<u>Normes</u>
	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	
Flore aérobie mésophile totale(FAMT)	$N_{sw}=3,5 \times 10^{12}$	0	$N_{sw}=4,9 \times 10^5$	0	$1 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2$
Coliformes totaux	0	0	0	0	Non détecté/cm ²
Levures/sw	0	0	0	0	
Moisissures/sw	0	0	0	0	

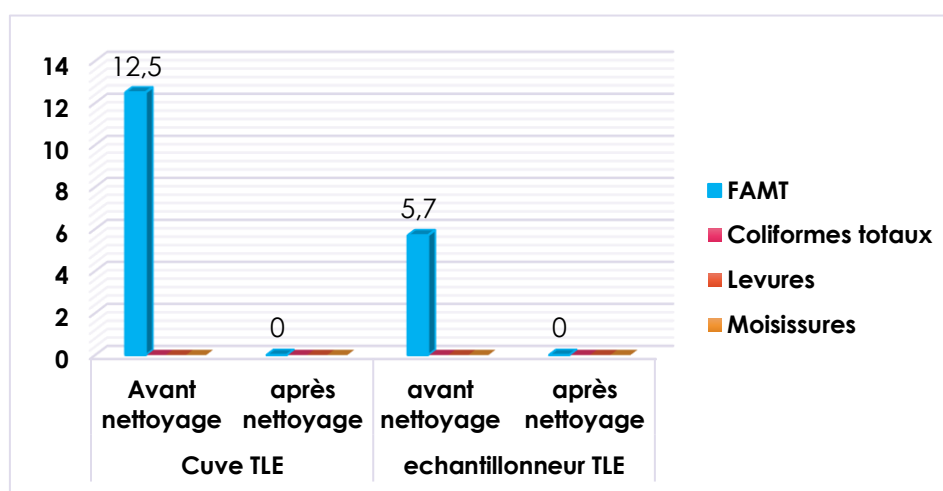


Figure N°20 : Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage.

Avant nettoyage

Les résultats obtenus révèlent une charge très importante en FAMT de l'ordre de $1,75 \times 10^{12}$ UFC/sw. Par contre on constate une absence totale des coliformes totaux et des levures / moisissures.

✎ Après nettoyage

Les résultats obtenus, nous montrent l'absence des trois flores recherchées après le nettoyage. Cela témoigne de l'efficacité de la procédure de nettoyage appliquée (nettoyage long ; soude+acide). L'utilisation de l'acide à cette étape améliore le drainage et le séchage et fournit des conditions bactériostatiques qui retardent la croissance de microorganismes restant (Stewart et Seiberling, 1996).

Ces résultats sont conformes aux normes.



III.1.4.6 Pasteurisateur (SP)

Le lait homogénéisé est refoulé, à travers la section régénératrice vers la section de pasteurisation de l'échangeur de chaleur et est chauffé à 95°C pendant une durée de chambrage de 5min.

Les résultats des analyses effectuées sur ce tank avant et après nettoyage sont présentés dans le tableau 15, et illustrés par la figure 21.

Tableau N°15: Résultats des analyses microbiologiques du pasteurisateur avant et après nettoyage.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	<u>Normes</u>
Flore aérobie mésophile totale(FAMT)	0	0	$N_{sw} = 1 \times 10^2$
Coliformes totaux	0	0	Non détecté/sw
Levures/sw	0	0	
Moisissures/sw	0	0	

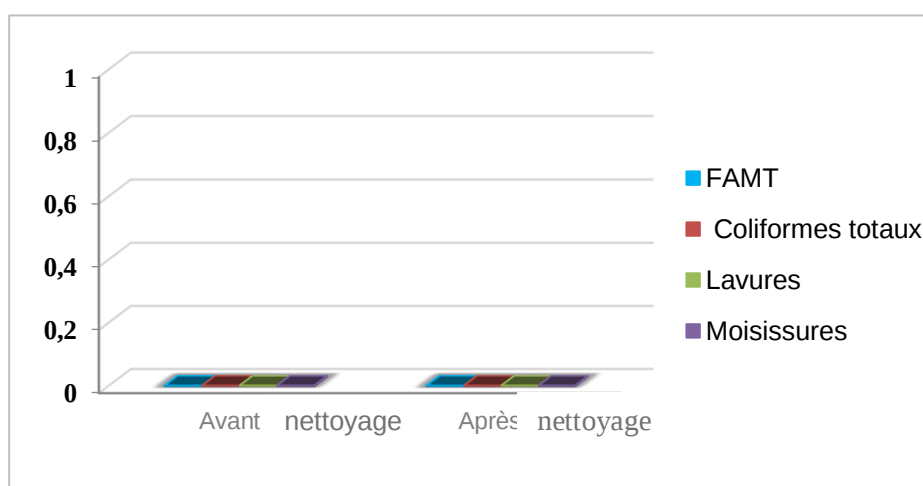


Figure N°21 : Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage avec désinfection thermique.

Les résultats montrent qu'aucune microflore n'est observée ni avant, ni après nettoyage-désinfection. Cette absence de contamination serait due à la température élevée utilisée pour la pasteurisation du lait 95°C.

Ces résultats sont conformes aux normes.



III.1.4.7 Tank maturation brassé (TMB)

Le TMB est un équipement situé après la pasteurisation.

Les résultats des analyses effectuées sur ce tank (cuve et échantillonneur) avant et après nettoyage sont présentés dans le tableau 16, et illustrés par la figure 22.

Tableau N°16 : Résultats des analyses microbiologiques du TMB avant et après nettoyage.

Flore dénombrée	Cuve TMB		Echantillonneur TMB		<u>Normes</u>
	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	Nombre (UFC/sw) Avant nettoyage	Nombre (UFC/sw) Après nettoyage	
Flore aérobie mésophile totale(FAMT)	$N_{sw} = 3 \times 10^{12}$	0	$N_{sw} = 1,4 \times 10^9$	0	$1 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2$
Coliformes totaux	0	0	0	0	Non détecté/cm ²
Levures/sw	10^{10}	0	10^7	0	
Moisissures/sw	10^9	0	8×10^5	0	

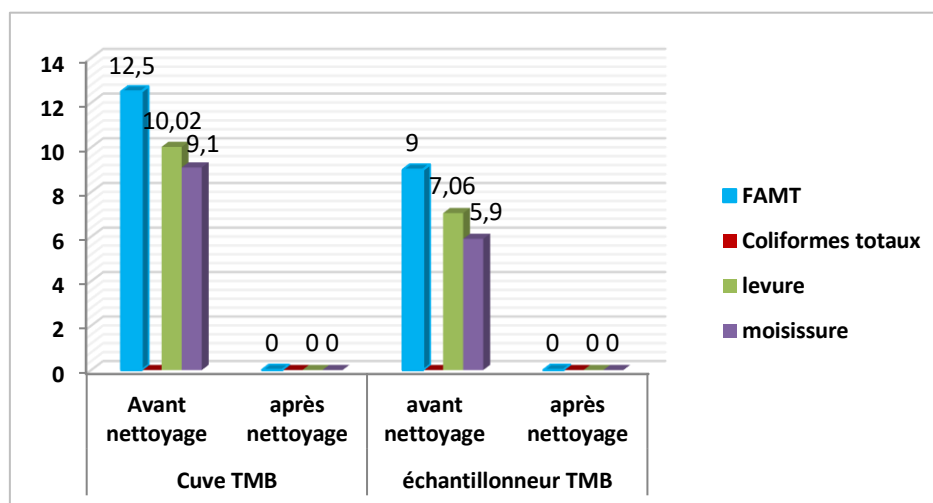


Figure N°22 : Résultats du dénombrement de la FAMT, coliformes totaux ainsi que les levures/moisissures avant et après nettoyage avec désinfection thermique.



✎ Avant nettoyage

La figure N°22 nous montre que la contamination par la FAMT est très importante (3×10^{12} UFC/sw dans la cuve et $1,4 \times 10^9$ UFC/sw dans l'échantillonneur). Nous pensons que cette contamination élevée proviendrait de l'ajout à ce point des ferments lactiques injectés via le module (MIF) dédiée à cette opération.

Aucune contamination aux coliformes n'a été détectée. Dans une étude antérieure **LE MINOR et RICHARD (1993)** ont suggéré que les coliformes sont freinés par l'abaissement du pH et stoppés lorsque le pH est inférieur à 4,5.

la flore fongique a refait son apparition et dans la cuve et dans l'échantillonneur.

✎ Après nettoyage

Les résultats obtenus (figure n°22) montrent qu'aucune flore microbienne ou fongique n'est détectée. on peut en déduire l'efficacité du nettoyage (nettoyage long = soude + acide) et de la désinfection thermique effectuée dans la cuve et le traitement thermique à la vapeur 95°C pendant 3 minutes de l'échantillonneur.

Ces résultats sont conformes aux normes .

III.1.4.8 Autres points de prélèvements

Les résultats obtenus pour les cinq points de prélèvements qui suivent le TMB sont les mêmes (Refroidisseur, Tank stockage brassé lait et son chantillonneur, conditionneuse tremie et conditionneuse doseurs).

Dans ces points de prélèvements aucune contamination qu'elle soit fongique ou bactérienne n'a été observée que ce soit avant ou après opérations de nettoyage-désinfection.

Ces résultats suggèrent l'efficacité de la méthode de nettoyage et désinfection adoptée pour cette ligne.



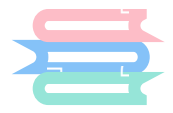
CONCLUSION

La sécurité sanitaire n'est pas négociable et les industriels se doivent de mettre tous les moyens à leurs dispositions pour assurer que la transformation des aliments conduit à des produits sains chez les consommateurs. C'est l'ensemble de la chaîne de « la fourche à la fourchette » qui est concerné.

Dans ce contexte la conception hygiénique des outils et des environnements est un prérequis indispensable et déterminant de la qualité des produits transformés. En effet la contamination microbienne des surfaces reste un problème crucial dans de nombreux secteurs d'industries agro-alimentaires. Cette contamination pourra constituer une source de contamination continue des produits alimentaires en contact.

Maîtriser la bio contamination des surfaces et les risque susceptibles d'y être associés demeure un challenge indéniable pour l'ensemble des acteurs des filières agro-alimentaire. Au terme de l'étude que nous avons réalisé sur le contrôle de l'hygiène des surfaces au sein de la laiterie «Danone Djurdjura Algérie », nous sommes arrivés aux conclusions suivantes:

- ✓ Présence d'une charge microbienne importante avant nettoyage au niveau de Tank lait cru(TLC) et tank lait frais (TLF) avec une dominance des coliformes totaux dans le tank lait cru (TLC) avec une charge de l'ordre de $1,37 \times 10^{12}$ UFC/sw et son absence dans le reste des équipements.
- ✓ La flore aérobie mésophile totale a enregistré des valeurs importantes au niveau des points suivants : Tank lait cru avec une charge de $2,5 \times 10^{10}$ UFC/sw, Tank lait frais $2,4 \times 10^{12}$ UFC/sw, Tank lait écrémé $3,5 \times 10^{12}$ UFC/sw, Tank maturation brassé 3×10^{12} UFC/sw et une charge nulle au niveau des autres points d'échantillonnage.
- ✓ la flore fongique a été dénombrée uniquement au niveau de deux points tank lait cru avec une charge de l'ordre de 7.7×10^6 levures/sw et 3×10^5 moisissures/sw, tank maturation brassé une charge de l'ordre de 10^{10} levures/sw et 10^9 moisissures/sw.
- ✓ L'analyse effectuée après nettoyage, nous a montré une absence complète des trois flores recherchées dans tous les points d'échantillonnage excepté le tank lait cru et tank lait frais, dans ces deux derniers la charge microbienne a été seulement réduite, La persistance de la flore après les opérations de nettoyage-désinfection à certains points de la chaîne de fabrication a été imputé au type de nettoyage utilisé au niveau de ces deux points(nettoyage court) qui s'est avéré inefficace.
- ✓ Un de nos objectifs était d'explorer une des raisons des incidents de fabrications qui surviennent dans cette usine à savoir les gonflements des pots de yaourt brassé. Dans notre étude nous avons supposé que la forte contamination fongique dans le TMB avant qu'il ne



soit nettoyé pourrait être à l'origine des gonflements des pots de yaourt dans le yaourt qui y mature.

Nos résultats nous permettent de constater que globalement les opérations de nettoyage et de désinfection dans la laiterie DDA sont efficaces.

Malgré que la plu part des résultats obtenus montrent un taux de satisfaction élevé concernant les opérations de nettoyage désinfection n'est en moins nous apportons certaines recommandations :

- améliorer le type de nettoyage effectué au niveau de TLC et TLF par l'instauration d'un nettoyage long et une désinfection thermique afin d'éliminer la charge microbienne apportée par le lait cru au moins une fois par trimestre même si dans le plan de gestion des risques ces deux points ne sont pas considérés comme CCP
- veiller à la formation continue du personnel pour maintenir ces états de satisfaction
- Veiller aussi à changer le type de l'agent nettoyant ou désinfectant afin d'éviter les phénomènes de résistance qui peuvent vite survenir.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- ✚ **Afssa – Saisine n° 2006-SA-0215. (2007).** Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la demande de création de documents de référence concernant des flores microbiennes utilisables en tant qu'indicateurs d'hygiène des procédés. PDF téléchargé le 17 /11/ 2018.<https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2006sa0215.pdf>.
- ✚ **Akkouche S. et Akkouche L. (2016).** caractérisation de la flore microbienne colonisant une installation de fabrication du yaourt, mémoire de master.
<http://www.univ-bejaia.dz/dspace/handle/123456789/5499>, pdf téléchargé le 27/07/2018.
- ✚ **Amgar A. (1998).** Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires, Ed ASEPT. p101-106.
- ✚ **Anonyme. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : alimentation et nutrition.28.
- ✚ **Anonyme (1).** Web, site. Des solutions mondiales pour un contrôle de process en ligne, consulté le 20/03/2018 <https://www.optek.com/fr/solutions-de-contrôle-de-processus/boissons-et-alimentaire/nettoyage-en-place.asp> .
- ✚ **Anonyme (2) .web, site.** Le magazine de la maîtrise de la contamination. [En ligne] [Citation : 22 février 2019.] <http://processpropre.fr/Archives-article/Fiche/820/Nettoyage-%253A-eviter-les-contaminations-microbiologiques>.
- ✚ **Anonyme (3).** Web, site. Efficacité des opérations de nettoyage et désinfection. Téléchargé le 02/12/2018. <http://critt-iaa-paca.com/wp-content/uploads/2015/02/Guide-Effinet-ND.pdf>
- ✚ **Azele. F. (1984).** Bactériologies médicale, à l'usage des étudiants en médecine.- 12 em éd.- Paris: L. et C.- 319p.

B

- ✚ **Beal .C et sodini I. (2003).**Fabrication des yaourts et des laits, Ed Tec. Ing 37 pages.
- ✚ **Bergamaier D. (2002).**Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de lactobacillus rhamnosus RW-959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum.
- ✚ **Bernard J et Alain R. (2003).** Entérobactéries systématique et méthode de diagnostic, ed TEC et DOC. P 3-26.



- ✚ **Bénézech T et Lalande M. (1999).** Le nettoyage en place (NEP) in nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries, Ed TEC et DOC. p 341 – 380.
 - ✚ **Bonnefoy C., Guillet F., Leyral L. et Verne-bourdais E. (2002).** Populations contaminantes altérant la qualité sanitaire et marchande in Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires, Ed Doin.p101-151.
 - ✚ **Boubchir-Ladj K. (2014).**Mémoire de magister intitulé : Effets de l'enrichissement (avec des concentres de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabrique a la laiterie Soummam d'Akbou. [En ligne] 15 01 2014. Pdf téléchargé le 11/08/2018. <https://dl.ummto.dz/handle/ummto/1666>.
 - ✚ **Boutin-Forzano S. (2006).** Moisissures domestiques, Mycotoxines et risques sanitaire. Environnement, risque et santé 5 Suppl., 5 : S 389-389.
 - ✚ **Brenner D.J. (1984).**Enterobacteriaceae.In: Krieg N.R.and Holt J.G.bergey's Manuel of systematic bacteriology.williams and wikins, Baltimore, vol.1, 408-516.
- C
- ✚ **Cherry G. (1980).**Les laits reconstitués. In : Les laits reconstitués : leurs utilisations. 1980. p 63-85.
 - ✚ **CODEX Alimentarius. (2012).**Manuel de Procédure, 2012.
 - ✚ **CODEX ALIMENTARIUS. (1997).** Codex Alimentaire disposition générales (hygiène alimentaire).codex alimentaire organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture organisation mondiale de la santé Rome. 1997.
 - ✚ **CODEX ALIMENTARIUS. (1975).**-Normes n°A 11(A).- Rome : FAO/OMS.-
 - ✚ **CODEX STAN 243. (2003).** Les Laits fermentés.
- D
- ✚ **Dellaglio F., De Rossart H., Torrianis S., Curik M., et Janssen D. (1994).** Caractérisation générale des bactéries lactiques. Lorica (ed.), 1,. 1994.. Technique et Documentation. pp. 25-116.
 - ✚ **Doleyres Y. (2003).**Production en conteneu du ferment lactique probiotique par la technologie des cellules immobilisées. Thèse Doctorat. Université de Laval. (2003). p. 167 pages.



F

- + **Faille CH., Oulahal N., Rossi N. (2016).**procédure de contrôle de l'hygiène des surfaces in conception hygiénique de matériel et nettoyage-désinfection, Ed Tec et Doc, Lavoisier. p185-206.
- + **FAO. (1995).**Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Amazon, Rome, Italie. 1995.
- + **Federighi.M. (2005).**critères microbiologique in bactériologie alimentaire compendium d'hygiène des aliments, Ed ECONOMICA .p 243-282.
- + **Foschino R., Garzaroli C.and Ottogalli G. (1993).** Microbial contaminants cause swelling and inward collapse of yoghurt packs. Lait, Volume 73, Number 4, 1993, pp 395-400.Elsevier INRA.

I

- + **ISO/TS 22002-1 (2009).** Programme prérequis pour la sécurité des denrées aliment- Partie1- Fabrication des denrées alimentaires.

G

- + **Gosta B. (1995).** Dairy processing handbook. Tetra Pak Processing systems AB S-221 86 Lund, Sweden.
- + **Guillemot G. (2006).** Compréhension des mécanismes à l'origine de l'adhésion de saccharomyces cerevisiae sur acier inoxydable - Implications pour l'hygiène des surfaces en industrie agroalimentaire. Thèse de doctorat de Microbiologie et Biocatalyse Industrielle. Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, 360p.
- + **Guiraud J et Galzy P. (1980).** L'Analyse microbiologique dans les industries alimentaires : Nouvelles tirage, Paris, Les éd. de l'usine, 240p.

L

- + **Lamontagne M. (2002).** Produits laitiers fermentés. In : Science et technologie du lait : transformation du lait. 2002. Vol. 600p., Coord. : VIGNOLA C.L. Montréal (Québec) : Fondation Technologie Laitière du Québec.
- + **Larpent J.P. (1990).** Lait et produits laitiers non fermentés. Dans Microbiologie alimentaire. (Bourgeois C.M., Mescle J.F.et Zucca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc. Lavoisier. pp : 201-215.



✚ **Larpent J.P. (1997).** Analyse des croûtes de fromage. Microbiologie Alimentaire». Technique et Documentation, 1ère éd., Lavoisier, Paris. Wwww. extpdf. com/microbiologie-alimentaire techniques-de-laboratoire-jp-larpent-1997-pdf. Html.

✚ **Larpent J.P et Bourgeoise C.M. (1989).** microbiologie alimentaire. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 46: s.n., 1989. pp. :1-117.

✚ **Le Minor L. et Richard C. (1993).** Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut pasteur.

✚ **Lee W.J. et Lucey J.A. (2010).** Formation and Physical Properties of Yogurt. Asian-Australasian Journal of Animals Sciences, 23,. 2010. pp. 1127 -1136.

M

✚ **Mahaut M. , Jeantet R et Brulé G. (2003).** Introduction à la technologie du fromage. Science. Acribia, Zaragoza. 2003. p. 189p.

✚ **Mahaut M., Jeantet R., Brulé G et Schuck P. (2000).** Produits fermentés et desserts lactés.In : les produits industriels laitiers. Tec et Doc. Lavoisier, Paris : s.n., 2000. pp. 25-47.

✚ **Massicotte R. (2009).** Désinfectants et désinfection en hygiène et salubrité : principes fondamentaux. Edition : La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. Québec. 68p.

✚ **Marty-Taysset C., De La Torre F. et Garel J.R. (2000).** Increased production of hydrogen peroxyde by lactobacillus delbruekii spp bulgaricus upon aeration: involvement. Applied and Environmental Microbiology,. 66 (1). 2000. pp. 262-267.

O

✚ **OMS. (1997).** Guide OMS des normes relatives aux bonnes pratiques de fabrication (BPF) partie 2.

✚ **Ott A., Germond J.E et Chaintreau A. (2000).** Origin of acetaldehyde during milk fermentation using 13C-labeled precursors. Journal of Agriculture and Food Chemistry,48,. 2000. pp. 1512-1517.

P

✚ **Pelletier J-F, Faurie J-M. et François A. (2007).** Lait fermenté: La technologie au service du gout. In cahiers de nutrition et de diététique. 2007. Vol. 42.

✚ **Pluyette. J. (1995).** Hygiène et sécurité, conditions de travail : lois et textes réglementaires. 2504 p. Techniques et Documentation (1995). MORTUREUX (Y.).Technique de l'ingénieur.



Q

- + **Quittet. C et Nelis. H. (1999).** HACCP pour PME et artisans. T.1, secteur agronomique. Edition : les presses agronomiques de Gembloux. 495p.

R

- + **Rosset .PH. (1999).**conception des équipements pour la maitrise de l'hygiène in nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries, Ed TEC et DOC. P385-396.
- + **Rousseau M. (2005).** La fabrication du yaourt, les connaissances. INRA. 9 pages. . 2005.

S

- + **Savadogo A. et Traore A.S. (2011).** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 5(5). 2011. pp. 2057-2075.
- + **Sodini I et Béal C. (2008).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés.
- + **Stewart J.C., Seiberling D. A. 1996.** The secrets out: clean in place. Chem. Eng. 103:72–79.
- + **Sutra L., Federighi M et Jouve J.L. (1998).**Manuel de bactériologie alimentaire. Edition Polytechnica.

T

- + **Tamime A et Robinson K. (1999).** Yoghurt: Science and technology. Woodhead Publishing Ltd, England. 1999.
- + **Tamime A.Y et Deeth H.C. (1980).** Yogurt. Technology and biochemistry.Jornal of food protection. 43 Suppl 12: 939-977. 1980.
- + **Tovena-Pecault I. (2000).** Maîtriser les risques industriels de contamination, Solène Le Gabellec, 2000, 225 p.

V

- + **Vlokova H., Barak V., Seydlova R., Pavlik I., Schlegelova J. (2008).** Biofilms and Hygiene on Dairy Farms and in the Dairy Industry: Sanitation Chemical Products and their Effectiveness on Biofilms – a Review. 26: 309–323.
- + **Vincent. (1999).**la chimie de nettoyage in nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries, ed TEC et DOC p167-204.



W

- + **Wade M. (1996).** (Étude de la qualité microbiologique des repas servis au niveau des restaurants de COUD). 1996.
- + **Wirtanen G et Juvonen R. (2002).** Disinfectant efficacy on spoilage yeasts isolated from various food processes. In: Wilson D.I., Fryer P.J., Hastings A.P.M. (eds.): Fouling, Cleaning and Disinfection in Food Processing. City Services Design and Print, Cambridge: 189–196.

Y

- + **Yao A.A., Egounlety M., Kouame L.P., Thonart P. (2009).** Les bactéries lactiques dans les aliments ou boissons amylacés et fermentés de l’Afrique de l’Ouest : leur utilisation actuelle. Ann. Méd. Vét. 153 :. 2009. pp. 54-65.

ANNEXES

ANNEXES

I. Nettoyage des équipements

Le nettoyage des équipements de la laiterie était autrefois effectué par du personnel armé de brosse et de solutions détergentes, qui devait démonter le matériel et pénétrer dans les cuves pour en atteindre les surfaces, ceci était non seulement pénible mais également inefficace.

Pour assurer un nettoyage approprié et des résultats hygiéniques, des systèmes de nettoyage en place (NEP) ont été mis au point.

I.1 Procédures de nettoyage en DDA

I.1.1 Nettoyage long

C'est une opération pratiquée après chaque production et qui varie en fonction du plan de travail de l'unité.

Etape 1 pré-rinçage à l'eau : le pré-rinçage est effectué juste après chaque série de fabrication et consiste en un passage d'une eau propre à une température ambiante pour éliminer toute trace résiduelle du produit.

Etape 2 nettoyage au détergent alcalin : Consiste en un passage en circuit fermé d'une solution, habituellement de la soude caustique (Na OH) à une concentration comprise entre **1,5 et 02 %** à une température allant de **80 à 85°C**.

Etape 3 : rinçage intermédiaire à l'eau afin d'éliminer toute trace de détergent et vidangé à fond après rinçage.

Etape 4 nettoyage au détergent acide : Consiste en un passage en circuit fermé d'une solution d'acide nitrique à une concentration comprise entre **01 et 02%** à une température allant de **60 à 70°C**. Cette étape d'après **Stewart et Seiberling, 1996** contribue à l'élimination des traces de produits alcalins sur les surfaces de l'équipement, et améliore le drainage et le séchage et fournit des conditions bactériostatiques qui retardent la croissance de microorganismes restant.

Etape 5 : rinçage à l'eau afin d'éliminer toute trace de détergent acide et vidangé à fond après rinçage.

I.1.2 Nettoyage court

C'est une opération pratiquée après chaque production et qui varie en fonction du plan de travail de l'unité. Pour ce type de nettoyage, le détergent utilisé est la soude uniquement.

Etape 1 pré-rinçage à l'eau : le pré-rinçage est effectué juste après chaque série de fabrication et consiste en un passage d'une eau propre à une température ambiante pour éliminer toute trace résiduelle du produit.

Etape 2 nettoyage au détergent alcalin_: Consiste en un passage en circuit fermé d'une solution, habituellement de la soude caustique (Na OH) à une concentration comprise entre **1,5 et 02 %** à une température allant de **80 à 85°C**.

Etape 3 : rinçage intermédiaire à l'eau afin d'éliminer toute trace de détergent et vidangé à fond après rinçage.

I.2 La désinfection thermique(Sanitation)

D'après le plan de nettoyage de DDA la désinfection thermique est pratiquée uniquement pour les équipements situés après le traitement thermique (la pasteurisation) : pasteurisateur, TMB, Refroidisseur, TSBL, conditionneuse.

Elle consiste en un rinçage à l'eau chaude (95°C), acidulée à des pH compris entre 2,5 et 3,5, pour les équipements en aval du traitement thermique pendant un temps de 20 min.

I.3 La désinfection thermique

C'est une désinfection à l'aide de PEROXAN qui est un mélange d'acide peracétique et de peroxyde d'hydrogène. Il est employé sur des surfaces préalablement nettoyées. La concentration d'usage est de 0.1 à 0.35%, la température d'utilisation est de 5 à 40 °C, et le temps de contact est au moins 60 secondes.

NB : L'unité utilise la désinfection chimique une fois par semaine.

RÉSUMÉ

L'étude effectuée dans la laiterie « Danone Djurjura Algérie » et dont les objectifs sont l'évaluation de la contamination microbienne des surfaces ainsi que de contribuer à explorer une des causes du gonflement accidentel des pots.

L'analyse des prélèvements réalisés sur différentes surfaces entrant en contact avec le produit avant et après les opérations de nettoyage/désinfection ont montré que :

Les opérations de nettoyage-désinfections sont efficaces dans tous les points d'échantillonnage excepté au niveau du TLC et TLF où elles se sont avérées insuffisantes où les charges bactériennes (FAMT) n'ont été réduites qu'à 3×10^9 UFC/sw et $1,4 \times 10^{10}$ UFC/sw respectivement.

La flore fongique a enregistré des valeurs très élevées aussi dans le TMB où mature le yaourt (10^7 levures/sw et 8×10^5 /sw moisissures) avant nettoyage-désinfection. Même si après ces opérations aucune flore n'a été détectée, nous pensons que cette forte contamination pourrait être à l'origine du gonflement des pots.

La nature de la flore et sa charge diffère d'un point à un autre. Cet état nous alerte sur certains risques pouvant être à l'origine de l'altération du produit destiné à la consommation comme le gonflement des pots qui est survenu durant notre période de travail. Devant cette situation, il y a lieu de prendre des mesures correctives afin de maîtriser le danger de cette contamination avant l'apparition d'une non-conformité.

Mots clés : Contrôle microbiologique, surfaces, nettoyage/désinfection, yaourt brassé.

ABSTRACT

The study carried out in the "Danone Djurjura Algeria" dairy, the objectives of which are to assess microbial contamination of surfaces and to help explore the causes of accidental swelling of pots.

Analysis of samples taken from different surfaces that come into contact with the product before and after cleaning/disinfection operations showed that:

Cleaning-disinfection operations are effective at all sampling points except at TLC and TLF where they have been found to be insufficient where bacterial loads (FAMT) have been reduced to only 3×10^9 UFC/sw and 1.4×10^{10} UFC/sw respectively.

The fungal flora also recorded very high values in the TMB where the yogurt matured (10^7 /sw yeasts and 8×10^5 /sw molds) before cleaning-disinfection. Even if after these operations no flora was detected, we think that this strong contamination could be the cause of the swelling of the pots.

The nature of the flora and its charge differs from one point to another. This state alerts us to certain risks that may be at the origin of the deterioration of the product intended for consumption, such as the swelling of the jars that occurred during our working period. In this situation, corrective measures must be taken to control the danger of this contamination before non-compliance occurs.

Key words: Microbiological control, surfaces, cleaning / disinfection, stirred yoghurt.

ملخص

أجريت الدراسة في الألبان «Danone Djurjura Algérie»، والتي تهدف إلى تقييم التلوث الميكروبي للأسطح وللمساعدة في استكشاف أسباب انتفاخ علب الياغورت الممزوج.

أظهر تحليل العينات المأخوذة من أسطح مختلفة المتلامسة مع المنتج قبل وبعد عمليات التنظيف / التطهير أن:

عمليات التطهير والتنظيف فعالة في جميع نقاط أخذ العينات ما عدا TLC و TLF حيث تبين أنها غير كافية حيث تم تقليل الأحمال البكتيرية (FAMT) إلى 3×10^9 UFC/sw و $1,4 \times 10^{10}$ UFC/sw على التوالي.

سجلت النباتات الفطرية أيضًا قيمًا عالية جدًا في TMB (خميرة 10^7 /sw، عفن فطري 8×10^5 /sw) قبل التطهير. حتى لو لم يتم اكتشاف أي نباتات بعد هذه العمليات، نعتقد أن هذا التلوث القوي قد يكون سبب انتفاخ علب الياغورت.

تختلف طبيعة النباتات وشحناتها من نقطة إلى أخرى. تنبها هذه الحالة إلى بعض المخاطر التي قد تكون في الأصل من تدهور المنتج المخصص للاستهلاك، مثل انتفاخ علب الياغورت الممزوج الذي حدث خلال فترة العمل لدينا. في هذه الحالة، يجب اتخاذ تدابير تصحيحية للسيطرة على خطر هذا التلوث قبل حدوث عدم الامتثال.

الكلمات المفتاحية: التحكم الميكروبيولوجي، الأسطح، التنظيف / التطهير، الياغورت الممزوج.