

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Microbiologie Alimentaire et Santé



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Caractérisation de la flore microbienne
colonisant une installation de fabrication
du yaourt**

Présenté par M^{elles} :
AKKOUCHE Silya et AKKOUCHE Lynda

Soutenu le : **14 Juin 2016**

Devant le jury composé de :

M ^r . KECHA Mouloud	Pr	Président
M ^{elle} . BENDALI Farida	MCA	Encadreur
M. BENDJEDDOU Kamel	MCB	Examineur
Mr. MEBARKI Wahib	Ingénieur	invité

Année universitaire : 2015 / 2016

Introduction

Le lait et ses dérivés occupent une place prépondérante dans l'alimentation humaine (**Vilain, 2010**), ce sont des denrées alimentaires qui contribuent de façon importante à une alimentation saine et équilibrée et à un bon état de santé ; et ce à tout âge (**AFSCA, 2002**).

Avec l'avancée technologique réalisée dans l'industrie agro-alimentaire, le yaourt apparait comme un produit laitier très digeste, à grande valeur nutritionnelle et qui offre par sa qualité une saveur très appréciée (**Boubchir-ladj, 2004**). La transformation du lait par certains procédés donne plusieurs variétés de produits laitiers (yaourt, beure, fromage...); à lui seul le yaourt est consommé dans la plupart du temps comme un dessert, très prisé de part le monde, car il convient à toutes les tranches d'âge et même chez les sujets présentant des intolérances (**Boubchir-ladj, 2004**). Le lait constituant ainsi la matière première pourrait évoluer dans les différentes fabrications de produits dérivés. Les répercussions de ses paramètres fluctuants sur la qualité hygiénique, physico-chimique, nutritionnelle et organoleptiques du produit fini ont fait l'objet de nombreux travaux de part le monde et ont montré l'influence de la nature de la matière première ainsi que les procédés technologiques utilisés sur l'obtention d'un produit élaboré répondant aux normes bactériologiques requises et aux exigences de qualité recommandée.

Le contrôle de la qualité microbiologique des aliments a été pendant longtemps limité aux contrôles des produits finis, le plus souvent par rapport à une norme indiquant les limites autorisées. Actuellement, la maîtrise de la qualité du produit alimentaire passe par un ensemble de démarches et de larges procédures qui vont du contrôle des matières premières brutes, en cours de transformation ou du produit fini, aux pratiques de bonnes fabrications en passant par l'identification des principaux points critiques du système de production. Ces analyses prennent aujourd'hui largement place dans la plupart des usines et des réseaux de distribution et permettent, par la réalisation de contrôles judicieux, une bonne évaluation de la qualité et une mise en évidence d'éventuelles contaminations.

Pour pouvoir hiérarchiser les risques et leurs amplitudes et d'établir la relation avec le risque et l'importance du danger final, l'hygiène reste un facteur fondamental qui représente un ensemble de conditions et de mesures nécessaires pour maîtriser et parer aux risques de contamination et garantir ainsi une denrée alimentaire propre à la consommation humaine.

Selon **Guiraud (2003)**, l'hygiène doit être obtenue à deux niveaux : l'aliment et l'environnement qui est en contact avec ce dernier. L'origine de la contamination des produits revient à la présence de micro-organismes au niveau des murs, du sol, l'eau, l'air ambiant de

l'atelier de fabrication, le matériel utilisé dans la fabrication, y compris l'absence d'hygiène des mains.

L'absence ou une mauvaise application des opérations de nettoyage et de désinfection des surfaces en contact avec le produit, génère une contamination croisée qui peut conduire à la formation d'un biofilm et augmenter le potentiel de bio-transfert, ce que redoute en particulier l'industrie laitière. Pour réduire la population microbienne sur les surfaces et éviter la formation de ce phénomène, une attention particulière doit être accordée aux procédures de nettoyage – désinfection (**Khamisse, 2012**) et des contrôles réguliers doivent être instaurés afin de vérifier l'efficacité de ces actions et permettre de contrôler, connaître et d'estimer la population microbiennes résiduelle sur les surfaces.

C'est dans cette problématique générale que s'inscrit l'objet de notre contribution. Elle se propose de contrôler, de relever les anomalies et d'annexer des recommandations nécessaires pour parer à tout risque éventuel de contamination tout au long du processus de fabrication de produits laitiers (yaourt) au sein de l'unité laitière Danone Djurdjura Algérie (DDA), lieu de notre stage.

Pour ce faire et afin de cerner le contexte de cette étude, une synthèse bibliographique relative au sujet est confectionnée donnant un aperçu sur les bactéries lactiques et leur antagonisme et les risques encourus à travers la consommation de produits contaminés par les souches pathogènes d'*E. coli*. Par la suite, la méthodologie adoptée dans cette étude sera détaillée suivie des résultats obtenus étayés par une discussion.

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le bon Dieu pour sa bienveillance.

On a l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude :

Aux membres de jury M^r BENDJEDDOU.Kamel, examinateur, qui a toujours été à notre écoute et qui nous a toujours aidé à mieux comprendre la Microbiologie et notamment à M^r KECHA.Mouloud d'avoir accepté de présider le jury.

A notre promotrice Melle BENDALI.Farida pour avoir accepté de nous encadrer et de nous redonné confiance en nous à chaque fois que c'était nécessaire.

A notre Co-promoteur M^r MEBARKI.Wahib qui nous a apporté beaucoup d'aide sur le terrain en mettant tous les moyens nécessaires à notre disposition.

A nos chers parents sans qui rien n'aurait été possible, en particulier mon cher papa qui nous a beaucoup aidé dans les corrections (Silya).

A tous le personnel de l'unité Danone (AKBOU), en particulier l'équipe du laboratoire sans exception, pour le climat de travail agréable trouvé au cours de la période de stage

A toute l'équipe du laboratoire ANALAB(AKBOU), avec un remerciement particulier à SAMIRA la gérante.

A toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien moral et leur amitié, ont contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail.

Merci à tous

Dédicaces

J'ai le plaisir de dédier ce travail à :

Ceux qui sont mon exemple de la réussite, que j'aime et je respecte, ceux qui m'ont donné l'amour, la tendresse, le soutien et la force, mes très chers parents que Dieu vous protège et vous prête une longue et heureuse vie.

La mémoire de Yaya et Papis.

Mes sœurs Asma, Sonía, Sara, Lina et mon très cher et unique frère Hsissou.

Mon fiancé El Fahim que je remercie infiniment pour ses sacrifices, son soutien et son amour, je lui serai éternellement reconnaissante.

Toute ma famille paternelle et maternelle.

Mes beaux-parents et aux membres de ma belle-famille.

Mes amis Tata, Ouenza, Yamina, Massicília.

Ma chère cousine Silya avec laquelle j'ai partagé ce travail.

Lynda

Dédicaces:

Je dédie ce travail à :

La mémoire de mes grands-parents paternels.

Mes grands-parents maternels.

A Mes très chers parents, la principale raison de ma réussite.

Mes sœurs et frères Lydia, Nadel, Mumus, Tarik et à ma belle-sœur Lydia.

Aux membres de ma famille oncles, tantes, leurs femmes et maris et à tata Houria ainsi que à tous mes cousins et cousines surtout Wassila, Nawel et Lilia, sans oublier les deux petits adorables Amir et Axim.

Mes amis les plus fidèles Dyhia, Saddek, Hanane, Katouche, Lynda.

Toutes les filles avec lesquelles j'ai partagé la cité universitaire surtout à Silya « agharda », Minus, Sylia Ben, Tita, Radou et les filles de la chambre D08 et D06.

Ma camarade et cousine Lynda avec laquelle j'ai partagé ce travail.

Sans oublier la promotion Microbiologie 2015/2016 en particulier Dyhia, Djoudjou, Rima et Fazia.

Silya.

Liste des tableaux

Tableau I : Microorganismes dénombrés et/ou recherchés et les méthodes utilisées lors de l'inspection des surfaces des équipements du procès de fabrication du yaourt..... 25

Tableau II : Flore dénombrée et la méthode d'analyse utilisée pour les échantillons d'eau.....27

Tableaux en annexe

Tableau I Résultats des analyses microbiologiques du tank lait cru (TLC) avant et après le nettoyage

Tableau II Résultats des analyses microbiologiques du pré-pasteurisateur avant et après nettoyage

Tableau III Résultats des analyses microbiologiques du tank de stockage de la crème (TSC) avant et après nettoyage

Tableau IV Résultats des analyses microbiologiques du tank de lait écrémé (TLE) avant et après nettoyage

Tableau V Résultats des analyses microbiologiques du tank stockage yaourt étuvé (TYE) avant le nettoyage et désinfection

Tableau VI Résultats des analyses microbiologiques du réchauffeur avant nettoyage et désinfection

Tableau VII Résultats des analyses microbiologiques de la conditionneuse (extérieur des doseurs avant et après nettoyage et désinfection

Tableau VIII Résultats des analyses microbiologiques de la conditionneuse (intérieur des doseurs) avant et après le nettoyage et désinfection

Tableau IX Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de poudrage

Tableau X Résultats des analyses microbiologiques de l'eau utilisée pour le NEP

Tableau XI Résultats du dénombrement de la flore fongique présente dans l'air ambiant dans l'atelier 01 auprès de la conditionneuse du yaourt étuvé

Tableau XII photos de certains des résultats déduits lors de l'inspection des surfaces, d'eau et de l'air

Tableau XIII Différents types de désinfection thermique utilisé à « Danone »

Liste des figures

<i>Figure 1 : Schéma simplifié des souillures dans un circuit</i>	<i>11</i>
<i>Figure 2 : Processus de fabrication du yaourt à DDA</i>	<i>13</i>
<i>Figure 3 : Diagramme du processus R.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 4 : Diagramme du processus T.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 5 : Diagramme processus C.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 6 : Schéma des points de prélèvement au niveau de processus C.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 7 : Schéma des points de prélèvement au niveau de processus T.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8 : Schéma des points de prélèvement au niveau de processus C.....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 9 : Schéma descriptif de la méthode de prélèvement de l'eau de pousse</i>	<i>23</i>
<i>Figure 10 : Schéma descriptif de l'appareil de filtration d'eau sur membrane.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 11 : Résultats de dénombrement du FTAM au niveau des surfaces interne des équipements utilisé en laiterie avant nettoyage.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 12 : Histogramme de résultat de dénombrement de la flore totale mésophile au niveau des surfaces interne des équipements utilisé en laiterie après nettoyage.....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 13 : Résultats de dénombrement de la flore totale thermophile au niveau des surfaces interne des équipements utilisé en laiterie avant nettoyage et/ou désinfection.....</i>	<i>33</i>

Figure 14 : Résultats de dénombrement des coliformes totaux au niveau des surfaces internes des équipements utilisés en laiterie avant nettoyage et/ou désinfection.....	34
Figure 15 : Résultats de dénombrement des coliformes totaux au niveau des surfaces interne des équipements utilisé en laiterie avant nettoyage.....	35
Figure 16 : Résultats du dénombrement des entérobactéries sur les surfaces interne des équipements utilisé en laiterie avant nettoyage.....	36
Figure 17 : Résultats du dénombrement des entérobactéries sur les surfaces internes des équipements utilisés en laiterie après nettoyage.....	36
Figure 18 : Résultats du dénombrement de la flore lactique au niveau des surfaces interne des équipements utilisé en laiterie avant nettoyage.....	37
Figure 19 : Résultats du dénombrement de la flore lactique au niveau des surfaces internes des équipements utilisés en laiterie après le nettoyage et/ou désinfection.....	38
Figure 20 : Résultats du dénombrement de la flore fongique au niveau des surfaces internes des équipements utilisé en laiterie avant le nettoyage et désinfection.....	39
Figure 21 : Résultats de dénombrement des entérocoques au niveau de la surface interne des équipements utilisé en laiterie avant nettoyage.....	41
Figure 22 : Résultats du dénombrement des staphylococcus aureus au niveau de la surface interne des équipements utilisé en laiterie avant et après nettoyage et/ou désinfection.....	42
Figure 23 : Résultats des analyses de l'eau de pousse, eau de poudrage et l'eau utilisée pour le nettoyage en place (N ^{EP}	44

Figure 24 : Résultats du dénombrement des levures et des moisissures présentes dans l'air ambiant de l'atelier1 auprès de la conditionneuse du yaourt étuvé.....45

Liste des figures annexe

Figure 1 : Schéma général de la station du traitement des eaux de l'unité DDA

Figure 2 : Schéma de principe d'une station NEP centralisée à sanitation thermique récupération d'eaux blanches. Programme de nettoyage

Figure 3 : Mécanisme d'action d'un détergent au cours du nettoyage

Figure 4 : Schéma représentatif du lieu de prélèvement au niveau d'une ligne de réchauffeur

Figure 5 : Schéma représentatif du lieu de prélèvement au niveau de pasteurisateur.

Figure 6 : Schéma représentatif du filtre d'eau de poudrage à 1µm.

Figure 7 : Photo du mélangeur « smacher » utilisé pour l'homogénéisation.

Liste des abréviations

ATB : Antibiotique

BPF : Bonne Pratique de Fabrication

DDA : Danone Djurdjura Algérie

DLC : Date Limite de Consommation.

F° : Degré Français

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile

MIF : Milieu Injection Ferment

NEP : Nettoyage En place

R : Résultat

T° : Température

TH : Titre Hydrométrique

TLC : Tank De Lait Cru

TLE : Tank Stockage De Lait Ecrémé

TSC : Tank De Stockage Crème

TYE : Tank De Stockage De Yaourt Etuvé

UFC : Unité Formant Colonie.

Sommaire

<i>Introduction</i>	01
---------------------------	----

Synthèse bibliographique

I. Lait fermenté	03
II. Danger rencontrés en industrie laitière	03
III. Contamination biologique du yaourt	04
III.1. Flore bactérienne	04
III.1.1. Bactérie de contamination (nuisibles).....	04
III.1.2. Bactéries lactiques (utiles)	05
III.2. Flore fongique	05
III.3. Virus	05
IV. Origine de contamination microbienne en industrie laitière	05
IV.1. Facteurs influençant la croissance microbienne dans une industrie laitière	06
IV.2. Formation des biofilm en industrie agroalimentaire.....	08
IV.3. Intérêt de la recherche et du dénombrement des micro-organismes en Industrie Laitière.....	09
V. Hygiène dans l'industrie alimentaire	10
V.1. Nettoyage dans une industrie laitière	10
V.1.1. Objectif	10
V.1.2. Procédé de nettoyage	11
V.1.3. Les techniques de nettoyages	11
V.2. La désinfection	11
V.3. Bonnes pratiques d'hygiène.....	12

Partie pratique

Matériel et méthode

I. Processus de fabrication du yaourt étuvé à DDA	13
I.1. Processus R: Réception du lait.....	13
I.2. Processus de standardisation et traitement thermique.....	15
I.3. Processus C : Fermentation, conditionnement et stockage.....	18
II. Points de prélèvement ciblés dans l'installation de fabrication de yaourt (DDA)	20

<i>II. 1. Méthode de prélèvement</i>	21
<i>I.1. 1. Surfaces internes des équipements.</i>	21
<i>I.1 2. Eaux</i>	21
<i>II. 1. 3. Air ambiant</i>	22
<i>III. Méthodes d'analyse</i>	22
<i>III. 1. Echantillons de surfaces</i>	22
<i>III.2. Echantillons d'eau</i>	24
<i>Résultat et discussion</i>	
<i>I. Analyses microbiologiques des surfaces.</i>	28
<i>II. Analyses microbiologiques des eaux</i>	30
<i>III. Analyses microbiologiques de l'air ambiant.</i>	30
<i>IV. Flore microbienne colonisant les différents équipements de l'installation de fabrication de yaourt</i>	31
<i>IV. 1. La flore totale sur les différents équipements</i>	31
<i>IV.1.1 Flore totale aérobie mésophile.</i>	31
<i>IV.1.2. Flore totale thermophile.</i>	32
<i>IV. 2. Les coliformes</i>	33
<i>IV.2.1. Les coliformes totaux</i>	33
<i>IV.2.2. Coliformes fécaux.</i>	34
<i>IV.3. Entérobactéries</i>	35
<i>IV.4. La flore lactique.</i>	37
<i>IV.5. Levures et moisissures.</i>	38
<i>IV.5.1. Avant le nettoyage</i>	38
<i>IV.5.2. Après nettoyage</i>	39
<i>IV.5. Bacillus</i>	39
<i>IV.6. Entérocoques</i>	40
<i>IV.7. Staphylococcus aureus.</i>	41
<i>IV.8. Clostridium sulfito-réducteur</i>	42
<i>IV.9. La flore sporulée à 30°C et à 55°C</i>	43

<i>IV.10. Listeria monocytogene</i>	43
<i>IV.11. Salmonelles</i>	44
<i>V. Les analyses des eaux</i>	44
<i>VI. Air ambiant</i>	45
<i>Conclusion</i>	46
<i>Références bibliographiques</i>	
<i>Annexes</i>	

I. 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, par l'action de micro-organismes appropriés et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation (Précipitation isoélectrique). Ces ferments doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale (**Codex Alimentarius, 1975**). Parmi le lait fermenté, nous avons le yaourt.

L'originalité du yaourt réside dans l'addition d'un couple de bactéries lactiques à savoir *Streptococcus salivarius thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* (**Hermier et Accolas, 1990**). Ces deux sous espèces vivent ensemble en *symbiose* en produisant de l'acide lactique (**Lemoonnier, 1997**). Elles 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**).

II. Les dangers rencontrés en industrie laitière

La Commission du *Codex Alimentarius* définit un danger comme tout agent biologique, chimique ou physique dans un aliment, où la condition d'un aliment pouvant causer des effets néfastes à la santé humaine (**Damikouka et al., 2005**).

II.1 Danger biologique

Deux types de microorganismes peuvent être mis en cause :

Les microorganismes d'altérations qui détériorent le produit et les microorganismes pathogènes qui ont un effet dangereux pour le consommateur (les bactéries ; virus ; moisissures ; parasites ; levures, etc.). La présence de ces deux types de microorganismes dans le produit provient soit d'une contamination initiale ou d'une prolifération.

II.2 Dangers chimiques

Les contaminants chimiques peuvent exister naturellement dans les aliments ou y être ajoutés pendant leur traitement. Les substances concernées peuvent être des :

- Antibiotiques, pesticides... (Liés aux traitements de la matière première) ;
- Métaux lourds : mercure, plomb... ;
- Mycotoxines, histamine... (Liés à l'activité des microorganismes) ;

- Détergeant, et désinfectant (liés au mauvais rinçage après le nettoyage et la désinfection du matériel).

II.3 Dangers physiques

Les dangers physiques peuvent résulter de contamination, et/ou de mauvaises pratiques à plusieurs étapes de la chaîne alimentaire depuis la récolte jusqu'à la consommation, y compris les étapes au sein de l'unité de transformation. Ils peuvent être des :

- Poussières : courant d'air, environnement du site de fabrication ;
- Corps étrangers : débris de conditionnement, débris de verre, bois, bijoux, corps métalliques, insectes, cailloux...etc.

III. Contamination biologique du yaourt

Divers microorganismes peuvent être retrouvés dans le lait fermenté. Les plus rencontrés sont les bactéries. Des levures, des moisissures, des virus peuvent également être présents (Laithier, 2011).

III.1 Flore bactérienne

Un grand nombre d'espèces bactériennes a été répertorié dans le yaourt. Ces bactéries peuvent être divisées en deux groupes : les bactéries lactiques et les bactéries de contamination (Guiraud, 2003).

III.1.1 Bactéries de contamination (nuisibles) :

Ces bactéries ont deux grands effets indésirables qui sont l'altération du produit et l'effet pathogène pour le consommateur.

- **Bactéries pathogènes**

Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfito-réducteur*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (Vignola, 2002).

- **Bactéries d'altération**

Essentiellement mésophile, elles détériorent le produit avant d'être effectivement dangereux. elles dégradent les produits laitiers en altérant le goût, l'odeur, l'aspect, en somme la qualité marchande du produit (Abdussalam, 1991) et les principaux microorganismes

identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp.*, les coliformes soit principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telle que *Bacillus sp.*, et *Clostridium sp.*, et certaines levures et moisissures (**Vignola, 2002**).

III.1.2 Bactéries lactiques (utiles)

Les bactéries lactiques forment un groupe très hétérogène. Elles présentent la faculté d'excréter l'acide lactique sous différentes formes (**D(-)**, **L(+)** ou **DL**) à partir d'un substrat glucidique tels que le lactose et le glucose (**Ercolini et al., 2009**).

Elles peuvent se subdiviser en deux groupes biochimiques : les homofermentaires et les hétérofermentaires (**Larpent, 1997 ; Bensoltane et al., 2004**). Une fermentation homolactique ne produit que de l'acide lactique comme produit majoritaire mais lorsqu'un microorganisme produit de l'acide lactique en même temps que d'autres produits (éthanol, acétate et CO₂), on dit qu'il effectue une fermentation hétérolactique (**Kostinec et al., 2006**).

Les principales bactéries lactiques homofermentaires associées aux yaourts sont *Streptococcus thermophilus* qui provoque une acidification modérée de 0,5 à 1% , et *Lactobacillus delbruecki bulgaricus* responsable d'une acidification moins rapide mais plus intense (supérieure à 1%) . Ces bactéries concurrencent les bactéries pathogènes dans l'environnement (**Guiraud, 2003**).

III.2 Flore fongique

Elle est constituée, par les levures et les moisissures elle fait partie de la flore d'altération. Leur présence à la surface des yaourts est un indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits. En plus, les levures et moisissures supportent des pH de 3 à 8, avec un optimum de 4,5 à 6,5, ce qui explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait caillé (**Tchamba, 1982**).

III.3 Virus

La présence de virus dans un produit laitier signifie qu'un manipulateur, un animal, l'eau ou des composantes utilisées dans la formulation du produit alimentaire a servi de vecteur d'incorporation. Les principaux virus associés au secteur laitier sont ceux de l'hépatite A et les bactériophages (**Vignola, 2002**).

IV. Origine de contamination microbienne en industrie laitière

La présence des microorganismes dans une industrie laitière provient de (Cerf, 2002 ; Walker *et al.*, 2002 ; Yi-Hei et Oskerman, 2004) :

- L'addition volontaire des bactéries bénéfiques pour le produit ;
- La matière première par une contamination initiale ;
- L'introduction de ces microorganismes au cours de la fabrication qui est une contamination croisée ou recontamination ;
- L'environnement (contamination aéroportée par l'air, l'eau, le sol, les murs) ;
- Le personnel : mains sales, respiration ;
- Matériel utilisé ;
- Insectes et rongeurs.

IV.1. Facteurs influençant la croissance microbienne dans une industrie laitière

Les microorganismes ont des exigences nutritionnelles et physiologiques qui leur sont propres. On distingue :

IV.1.1 Les nutriments

Les microorganismes ont besoin de certains nutriments pour leur croissance et leur développement. Les principales sources nutritives sont les composés organiques tels que les protéines, les lipides et les glucides et/ou substrat.

Le lait composé d'une grande variété de vitamines, minéraux, sucres, matières grasses disponible pour le développement des microorganismes (Gosta, 1995).

IV.1.2 La température

La température est un facteur principal impliqué dans la croissance microbienne, le développement des microorganismes est lié à une gamme de température, qui peut varier d'une espèce à l'autre.

Les températures inférieures au minimum requis stoppent la croissance des microorganismes mais les tuent pas, au contraire au-dessus de la température maximale tolérée, la chaleur tue rapidement les microorganismes (Gosta, 1995).

IV.1.3 L'eau

Les microorganismes ont besoin d'eau pour se développer, de nombreux microorganismes sont tués rapidement par dessiccation, alors que les autres peuvent tolérer des périodes sèches

de plusieurs mois, et la forme sporulée des bactéries peut survivre à la dessiccation pendant des années.

L'activité de l'eau correspond à la quantité d'eau libre disponible pour le développement des micro-organismes (AW), nécessaire pour le bon fonctionnement des processus chimiques et enzymatiques (**Gosta, 1995**).

La croissance bactérienne est inhibée lorsque l'Aw est inférieure à 0,9, et pour les levures l'AW doit être < 0,88, et pour les moisissures < 0,8 pour stopper leur croissance, tandis que une faible Aw l'activité des enzymes (**Hermier et al., 1992**).

IV.1.4 Le potentiel / redox

Il est déterminé par la présence dans le lait de réducteur, et d'oxydants. Le potentiel/redox résultant de cet équilibre peut influencer le développement de la flore microbienne selon ses besoins en oxygène (**Hermier et al., 1992**).

Les microorganismes aérobies stricts qui agissent comme des réducteurs et baissent le potentiel d'oxydoréduction, utilisent l'oxygène pour oxyder leurs nutriments afin de produire l'énergie et pour leurs processus vitaux.

Les microorganismes aéro-anaérobies facultatifs utilisent l'O₂ s'il est présent, mais ils peuvent se développer en son absence. Comme les anaérobies stricts qui tirent leur énergie par fermentation des composés organiques, par contre les micro-aérophiles leur développement ne nécessite qu'un faible taux d'oxygène (**Gosta, 1995**).

IV.1.5 pH – acidité/alcalinité

Les micro-organismes sont sensibles à un pH très acide ou très alcalin. La grande majorité des bactéries et des champignons ont la capacité de se développer à un pH proche de la neutralité (6,8 à 7,4).

Les moisissures préfèrent un pH faible, de 4,5 ou inférieur (**Hermier, 1992 ; Gosta, 1995**).

IV.1.6 La pression osmotique

Les bactéries ne peuvent pas tolérer de fortes solutions sucrées ou salées, c'est-à-dire de fortes pressions osmotiques. L'exposition à ces solutions tire l'eau de la cellule et la déshydrate. La pression osmotique est utilisée comme moyen de conservation des aliments (**Hermier et al., 1992 ; Gosta, 1995**).

IV.1.7 Les inhibiteurs

Dans le lait des systèmes inhibiteurs, naturels ou non, peuvent agir sur les micro-organismes. Certains sont liés à la composition physicochimique du lait (lactoferrine, acides gras libres, système lactoperoxydase-thiocyanate-peroxyde d'hydrogène) ou à l'état immunitaire de l'animal (anticorps, cellules). D'autres sont des bactériocines, substances produites par certaines

bactéries qui vont inhiber, spécifiquement ou pas, d'autres bactéries. Des inhibiteurs, liés à des pratiques à proscrire peuvent aussi être présents (antibiotiques, résidus des produits de nettoyage/désinfection) (**Gueret et al., ; Czechowski et Rapp, 1990**).

IV.1.8 La lumière

Pour la plupart des bactéries, la lumière n'est pas essentielle car elles n'ont pas de chlorophylle et ne synthétisent leurs métabolisme de la même manière que les végétaux. Au contraire, la lumière qui contient des ultraviolets a tendance à tuer les bactéries et provoque des modifications chimiques dans l'ADN et les protéines cellulaires. De nombreux microorganismes sont tués lorsqu'ils sont exposés à la lumière solaire directe (**Gosta, 1995**).

IV.2 Formation des biofilm en industrie agroalimentaire

Les maladies d'origine alimentaire sont considérées comme un problème de santé publique émergent dans le monde entier. De nombreuses épidémies ont été trouvées à être associées à un biofilm. Il est bien documenté que le biofilm est devenu un problème dans les industries alimentaires car il rend ses habitants résistants aux agents antimicrobiens et au nettoyage (**Sokunrotanak, 2013**).

Selon (**Simões et al., 2010**) le biofilm est une communauté de microorganismes fixée à une surface et maintenue par la sécrétion d'une matrice adhésive et protectrice. Ils sont présents dans toutes les niches écologiques et colonisent des surfaces très diverses, biotiques ou abiotiques, La grande majorité des scientifiques s'accorde à dire que les biofilms constituent le mode de vie privilégié des bactéries dans la nature, alors que la phase planctonique ne serait qu'un passage permettant la dissémination vers de nouvelles surfaces (**Watnick et Kolter, 2000; Kolter et Greenberg, 2006**). le développement des biofilms est affecté par de nombreux facteurs (**Simões et al., 2010**), tels que les propriétés de la surface (texture rugueuse ou lisse) (**Donlan, 2002**), la charge de surface (**Abdallah et al., 2009**), le caractère hydrophobe (**Donlan, 2002**), le pH, la température (**Nilsson et al., 2011**), et la composition en éléments nutritifs (**Gerstel et Römling 2001 ; Donlan, 2002**).

La formation d'un biofilm microbien sur une surface solide est un phénomène complexe dans lequel des processus physiques, chimiques et biologiques sont impliqués (**Characklis et Marshall, 1990 ; Lappin-Scott et Costerton, 1995**). Dans l'industrie, alimentaire en particulier, les biofilms microbiens constituent un défi difficile à surmonter parce qu'il cause la corruption du produit et menace la santé publique en contaminant les produits (**Weng et al., 2016**). La formation de biofilms sur l'équipement d'une industrie laitière en contact avec les produits laitiers peut conduire à des problèmes d'hygiène graves et des

pertes économiques dues à la détérioration des produits et à la dépréciation des équipements (Simões et al., 2010).

Il est bien documenté que les bactéries fréquemment rencontrées dans l'environnement laitier affectant la qualité et la sécurité des produits laitiers et qui participent à la formation de biofilms sont : *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella sp*, *Staphylococcus sp*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* et *Escherichia coli* (Simões et al., 2010).

Les principales sources de contamination du lait et des produit laitiers sont souvent une procédure mauvaise de nettoyage et désinfection des équipements (Simões et al., 2010). Pour cela, les entreprises de transformations alimentaires doivent très régulièrement nettoyer leurs installations afin de maintenir la fonctionnalité des équipements et des machines et d'assurer la sécurité sanitaire de leurs produits. Il s'agit ici de réduire le risque de contamination des produits en particulier par des agents pathogènes et éviter la formation des biofilms, à un niveau acceptable. Un risque zéro n'est malheureusement pas envisageable, du fait que les procédures d'hygiène se révèlent parfois inefficaces.

IV.3 Intérêt de la recherche et du d dénombrement des micro-organismes en industrie laitière

IV.3.1 Intérêt hygiénique

L'examen microbiologique permet d'évaluer le niveau de contamination du lait et des produits laitiers et la nature de leur microflore pathogène et d'altération (Guiraud et Galzy ,1980).

IV.3.2 Intérêt nutritionnel

Certains microorganismes sont protéolytiques et/ou lipolytiques entraînant ainsi une diminution de la valeur nutritionnelle du lait et des produits laitiers. Leur recherche évite des pertes importantes en nutriments mais la détérioration de la qualité microbiologique peut aussi avoir un impact sur la santé du consommateur (Azele, 1984).

IV.3.3 Intérêt technologique

L'aptitude d'un lait à la transformation ou à la conservation est conditionnée par sa qualité microbiologique. L'utilisation précoce du froid pour réfrigérer le lait permet :

- Un accroissement de la stabilité du lait ;

- Un ralentissement du développement microbien pour la flore d'altération et inhibition de la flore pathogène ;
- Modification de la nature des espèces microbiennes qui se développent.
- L'abaissement du pH est aussi important à considérer, car il permettrait l'élimination de certains germes comme les *salmonelles* et les *coliformes* (**Dieng, 2001**)

V. Hygiène dans l'industrie alimentaire

L'hygiène est nécessaire dans l'industrie laitière : elle permet d'obtenir des produits sains (point de vue sanitaire) et valables au point de vue alimentaire (nutritionnel) et commercial (présentation, caractéristiques organoleptiques, conservation accrue). Elle augmente la durée de stockage, participe à la genèse de la qualité et assure la confiance du consommateur dans la marque. L'hygiène coûte cher mais elle est rentable : une faute ou un défaut de fabrication entraîne une lourde perte. L'hygiène doit être obtenue à deux niveaux (**Guiraud, 2003**) :

- Le produit : la matière première doit être saine et le produit ne doit pas être contaminé pendant la transformation industrielle.
- L'environnement : il doit présenter une bonne qualité microbiologique dans l'usine et sauvegarder à l'extérieur de l'usine.

V.1. Nettoyage et la désinfection dans une industrie laitière

Le maintien de niveaux d'hygiène élevés est une obligation dans l'industrie alimentaire laitière, c'est pourquoi le nettoyage du matériel entrant en contact avec les produits constitue un des éléments essentiels d'une installation alimentaire (**Yahaya, 2011**).

V.1.1 Objectif

L'objectif de nettoyage est d'éliminer les souillures organiques et minérales présentes sur la surface (**Gosta, 1995**) :

- Absence de toute trace de film résiduel et de souillure sous de bonnes conditions d'éclairage, que la surface soit sèche ou mouillée ;
- Absence de sensation grasse au toucher ;
- Absence d'odeur désagréable ;
- Un « kleenex » blanc et propre passé plusieurs fois sur la surface ne doit montrer aucune coloration ;
- Lorsque de l'eau est versée sur la surface, elle doit s'écouler sans freinage excessif.

V.1.2 Procédé de nettoyage

Toutes les matières premières, l'eau et les solutions de nettoyage peuvent contribuer à la formation de souillures. Dans l'industrie laitière nous rencontrons principalement (**Gosta, 1995**) :

- Des souillures organiques : Exemple : lait liquide, pellicules de lait séchées à l'air, particules de lait précipitées par la chaleur (protéines notamment), matière grasse...
- Des souillures minérales : Exemple : tartre c'est-à-dire des sels minéraux provenant d'eaux dures, de lait ...
- Des souillures dites composites : Exemple : pierre de lait où le dépôt minéral sert de support à la souillure organique. Par ailleurs la nature de la souillure est différente selon l'équipement : un circuit de lait froid montrera essentiellement des souillures organiques, tandis que les équipements de traitement thermique présenteront surtout des souillures minérales.

La figure 01 illustre les différentes souillures pouvant être retrouvée dans un circuit.

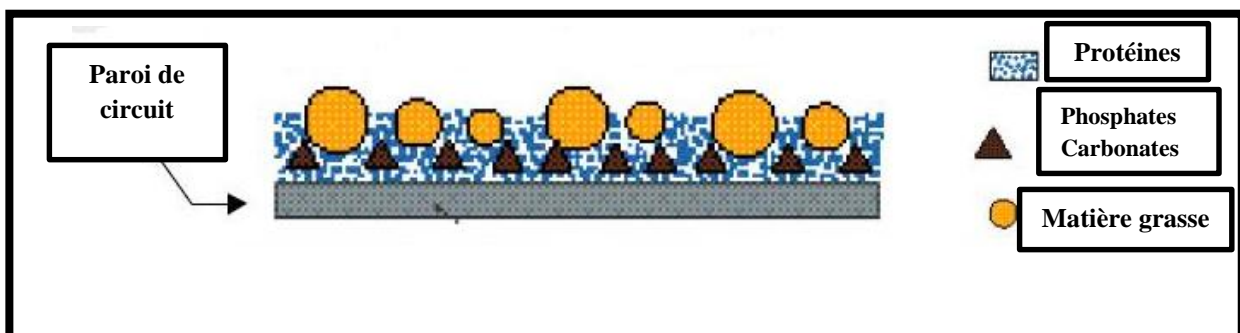


Figure 01 : Schéma simplifié des souillures dans un circuit.

V.1.3 Les techniques de nettoyages

Le Nettoyage En Place est une technique largement répandue en agro-industrie 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 (**Yahya, 2011**).

On a deux techniques de nettoyage

- Le nettoyage en place (NEP) (**Nurgin et al., 2015**) : pour assurer un nettoyage approprié et des résultats hygiéniques, on a mis au point des systèmes de nettoyage en place (NEP) par circulation, des solutions détergentes à une température précise adaptée aux différentes parties des unités de traitement. Et par définition le NEP signifie nettoyage sans démontage du matériel.
- Nettoyage manuel : Lors du nettoyage mécanique, on utilise des brosses de lavage pour obtenir l'effet de décapage mécanique désiré (**Gosta, 1995**).

V.2 La désinfection

C'est l'étape d'amélioration l'effet bactériologique du nettoyage par destruction des microorganismes restant sur les surfaces après nettoyage en utilisant 02 méthodes (**Gosta, 1995**) :

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

V.3. Bonnes pratiques d'hygiène

Les bonne 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 connaitre et de les transposer à son activité et des respecter (**Larpen, 1997**).

Elles sont un ensemble de mesures à prendre de puits le stade de la production primaire jusqu'au consommateur pour assurer la salubrité des denrées alimentaires. Tous les intervenants de la chaine alimentaire sont tenus de respecter ces mesures de prévention afin de rendre le secteur agroalimentaire plus performant, salubre, sain et compétitif (qualité, prix et quantité) (**CAC R, 2003**).

Le stage est effectué au niveau de l'unité Danone Djurdjura Algérie (DDA) durant la période allant du 15 janvier au 31 mars 2016. Présentation de l'unité et des ateliers en annexe I

I. Processus de fabrication du yaourt étuvé à DDA

Un diagramme de fabrication est établi de manière à couvrir l'ensemble des étapes de fabrication de la réception des matières premières jusqu'au conditionnement. Il est important de décrire, étape par étape, les procédés de fabrication car ce diagramme va être le document principal pour déterminer les points de prélèvements ciblés dans l'installation de fabrication de yaourt.

Le diagramme de fabrication de yaourt (DDA) est divisé en trois processus (figure 2) :

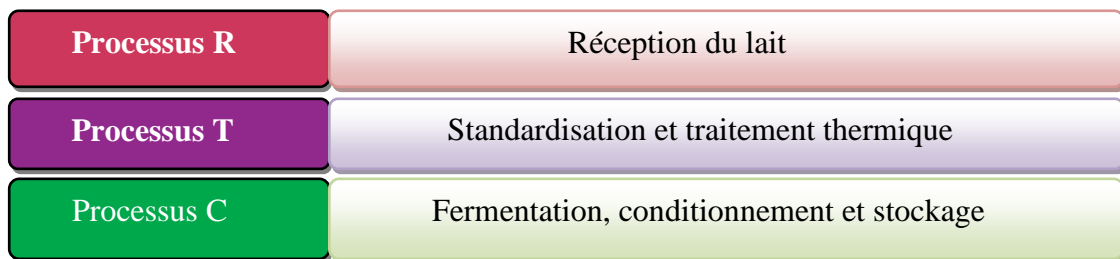


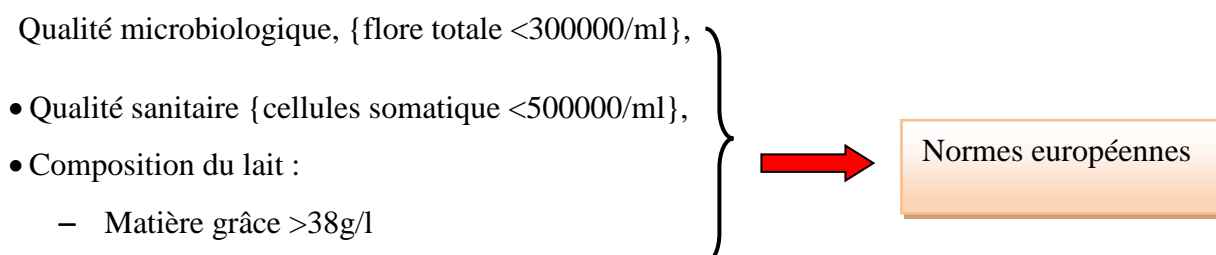
Figure 2 : processus de fabrication du yaourt à DDA

Ces trois processus (R, T et C) sont représentés respectivement par les diagrammes 1, 2 et 3 : schématisés sur les figures 3-5.

I. 1. Processus R : Réception du lait

Le lait est collecté quotidiennement des fermes d'élevage de vaches et ramené à l'usine par des camions citernes dédiées à cet effet. Généralement la bonne qualité du produit fini est subordonnée à la matière première de base utilisée. C'est pourquoi, il est primordial de mettre en place un système de contrôle rigoureux dès la réception du lait cru, et cela par des prélèvements et des tests nous permettant d'apprécier sa valeur nutritionnelle et sa saveur.

Des prélèvements et des tests sont effectués permettant de s'assurer de la bonne qualité du lait avant sa transformation, les bases de paiement du lait cru au niveau de la DDA sont (**Note de service DGAL/SDSSA/2014-599**) :



- Taux protéique >32g/l
- D'autres paramètres à surveiller : la température du lait et la présence d'antibiotiques.

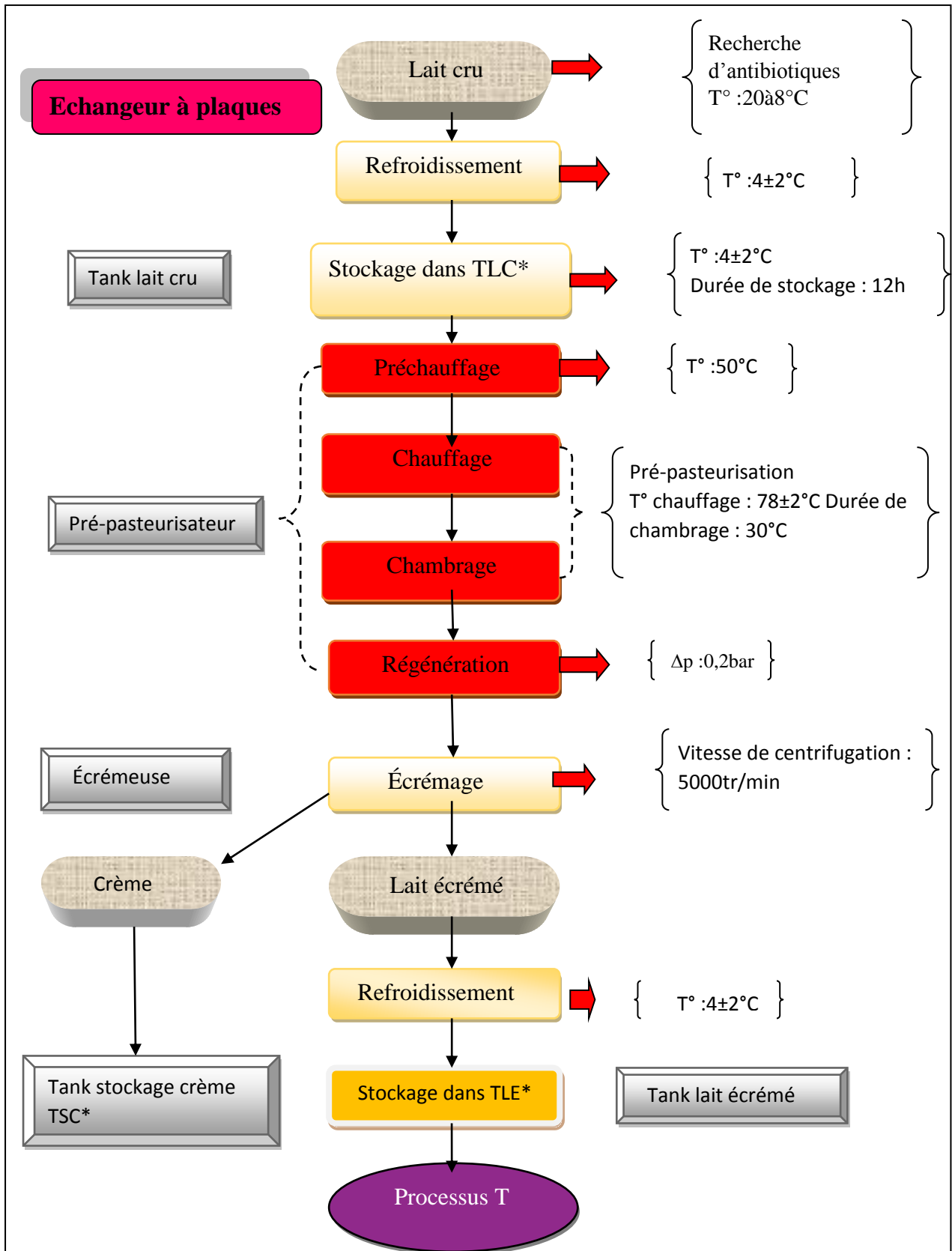


Figure 03 : Diagramme du processus R

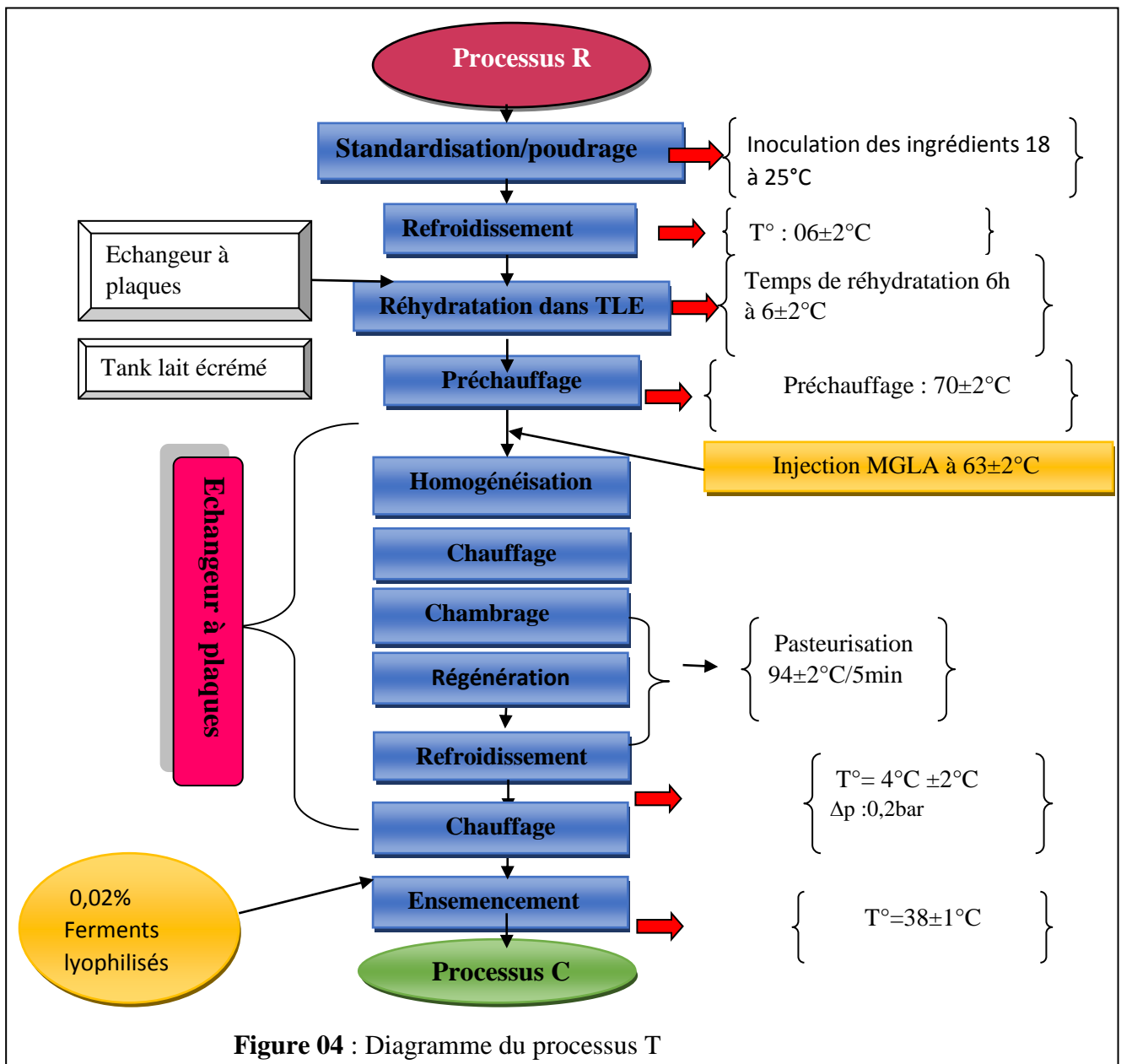
I. 1. 1. Stockage dans le tank du lait cru (TLC)

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.

I. 1. 2. Stockage du lait écrémé dans le tank du lait écrémé (TLE)

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 et le lait écrémé 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±2°C.

I. 2. Processus T : Standardisation et traitement thermique



I. 2. 1. standardisation/poudrage

En 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**).

❖ 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 °C dans un échangeur à plaques (échange thermique : lait /eau glacée).

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

Les molécules d'eau ont l'aptitude de former autour des micelles de caséines hydrophiles, riches en groupements polaires, une couronne au sein de laquelle les dipôles d'eau sont parfaitement orientés, leurs extrémités positives étant attirées par les charges négatives de la micelle. Cette couronne correspond à l'eau liée. L'eau liée n'existe qu'en quantité infime dans la poudre de lait. Pour reconstituer cette eau, il est nécessaire de respecter un temps de repos (**Avezard, 1998**). Afin de permettre une bonne hydratation de la poudre, il faut maintenir le mélange sous agitation à la température de 4 à 10 °C pendant deux heures (**Anonyme, 1995**). Sachant que Danone utilise une température de 8°C.

❖ 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±2°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±2°C.

Le mélange est homogénéisé. L'homogénéisation évite la remontée de la matière grasse pendant la coagulation, 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**).

I. 2. 2. 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. 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**).

❖ Pasteurisation

Le lait homogénéisé est refoulé, à travers la section régénératrice, vers la section de pasteurisation de l'échangeur de chaleur et est à nouveau chauffé à **90-95°C**. Le lait passe ensuite dans une section de chambrage conçue pour une durée de **05 min** (**Boudier, 1990 ; Mahaut et al., 2000**).

Le temps de retenue en chambrage est le temps pendant lequel il faut laisser reposer le mélange pour compléter les effets de dénaturation des protéines (**Lamontagne, 2002**). Le traitement thermique (pasteurisation et temps de retenue) appliqué dans l'unité DDA est de **94±02°C** pendant **5 min**.

❖ Régénération

La régénération permet un pré-refroidissement pour le lait chaud pasteurisé et un préchauffage pour le lait froid non pasteurisé par un échangeur à plaques (échange thermique entre le lait pasteurisé chaud et lait non pasteurisé froid). On réalise un refroidissement progressivement pour éviter le choc thermique du produit et économisé l'énergie nécessaire au préchauffage du lait avant pasteurisation.

❖ Refroidissement

Le mélange est refroidi dans un échangeur à plaques (échange thermique : lait /eau glacée), à 4°C.

❖ Injection des ferments

L'injection des ferments s'effectue en continue et aseptiquement par un Module Injecteur de Ferment (MIF). Le 1^{er} tiers du mélange passe directement vers le tank de stockage, puis les deux tiers restant passent par le MIF et entraînent les ferments en forme de petits grains solides.

I. 3. Processus C : Fermentation, conditionnement et stockage**I.3.1. Stockage dans le tank de yaourt étuvé (TYE)**

Le mélange lait recombinaé / ferments est stocké dans un tank avec agitation lente pour avoir une répartition homogène des ferments dans le lait. Une durée de deux heures à 4±2°C est nécessaire pour revivifier les ferments.

❖ Réchauffage

Le mélange est porté à une température de 39°C dans un échangeur à plaques (échange thermique : lait /eau chaude).

❖ Conditionnement

Des pots en plastique, thermoformés sont utilisés pour le conditionnement. Dans le cas des yaourts aromatisés, l'apport des arômes se fait avant ou après le remplissage des pots (**Anonyme, 1995**). L'ajout des arômes s'effectue dans la conditionneuse, juste après le thermoformage des pots (pots en polystyrène) et avant leur remplissage par le mélange lait / ferments.

❖ Etuvage (incubation)

Après scellage de l'opercule (aluminium), les pots sont placés dans une chambre chaude. L'incubation est réalisée à des températures de 42°C à 45°C pendant 150 min à 210 min, sachant que à Danone elle est réalisée à 38°C pendant 5 à 7 h. La technologie « long set », développée récemment en Hollande, consiste à incuber à 30 – 33°C pendant 16 h. Le but de cette phase est d'atteindre une acidité de 70 – 80° D (**Mahaut, 2000**).

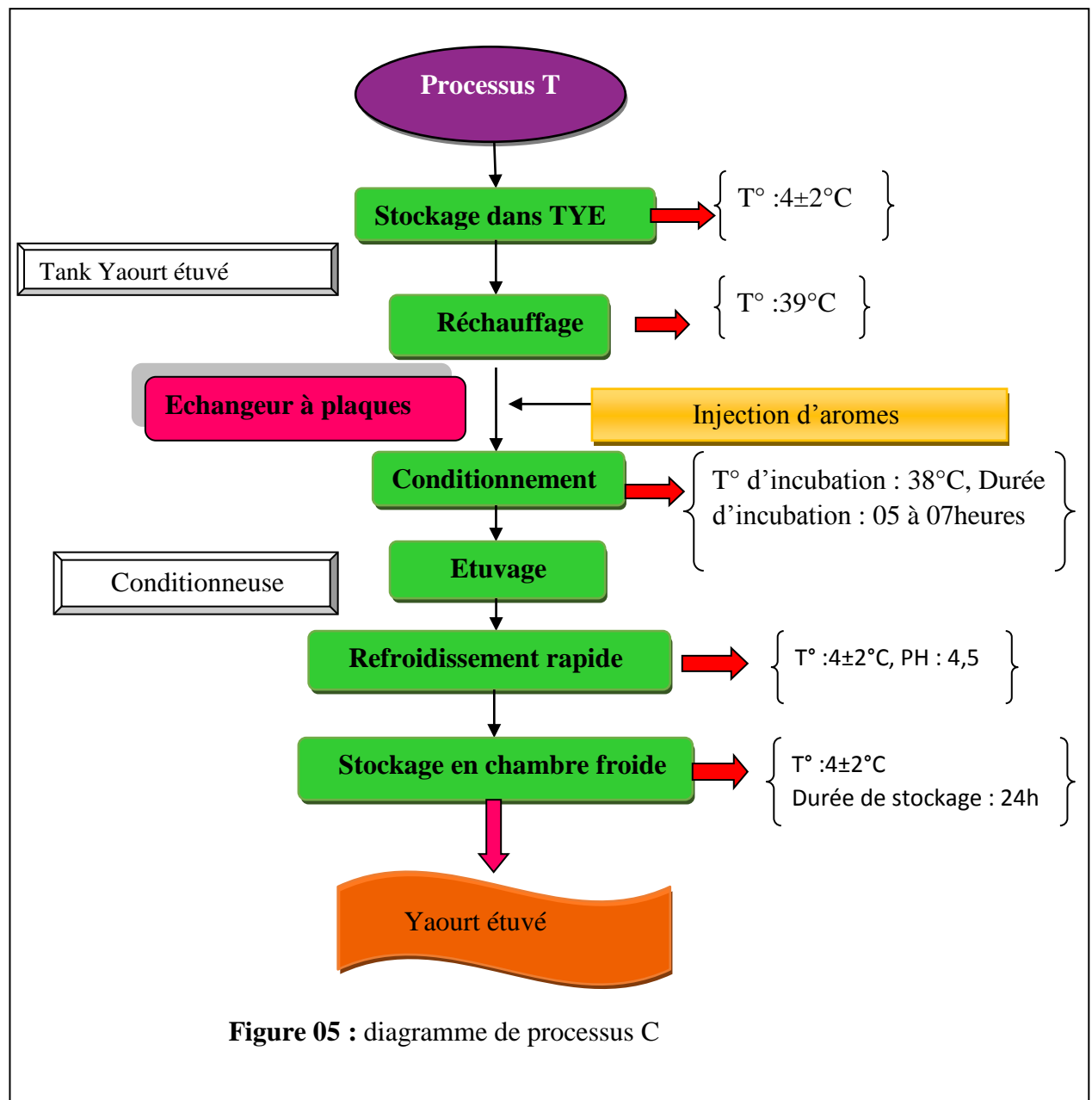


Figure 05 : diagramme de processus C

❖ Refroidissement rapide (arrêt de la fermentation)

Le refroidissement sert à arrêter l'acidification (la fermentation). L'atteinte d'une température de 4°C à cœur du pot de yaourt peut prendre plusieurs heures selon la viscosité et le format du contenant, on recommande de commencer le refroidissement avant d'atteindre le pH ou l'acidité titrable désiré. La détermination du pH d'arrêt de l'incubation s'effectue par la pratique. Il est déconseillé d'atteindre un pH au-dessous de 4,5 dans le produit fini (Lamontagne, 2002).

❖ Stockage en chambre froide

Les pots sont ensuite stockés à 4°C pendant 24 h de façon à augmenter la consistance sous l'action du froid (Anonymes, 1995).

II. Points de prélèvement ciblés dans l'installation de fabrication de yaourt (DDA)

Les prélèvements sont effectués sur les surfaces internes des équipements, qui rentrent en contact avec le produit, à travers la chaîne de fabrication (TLC, pré pasteurisateur, TLF, TSC, la ligne de poudrage, TYE, pasteurisateur, MIF, réchauffeur, conditionneuse), l'air ambiant et les eaux.

Afin de faciliter l'identification des points de prélèvement ciblés au niveau du processus de fabrication du yaourt étuvé (mini prix), ils sont localisés sur le diagramme suivant (figure 6,7 et 8) :

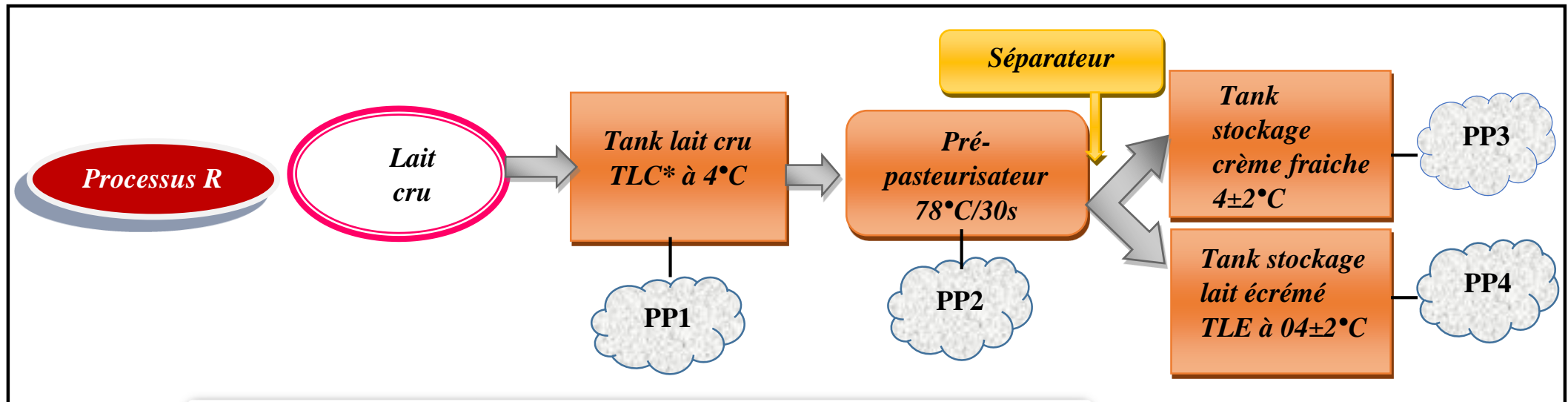


Figure 06 : Schéma des points de prélèvement au niveau de processus R

PP : Point de Prélèvement

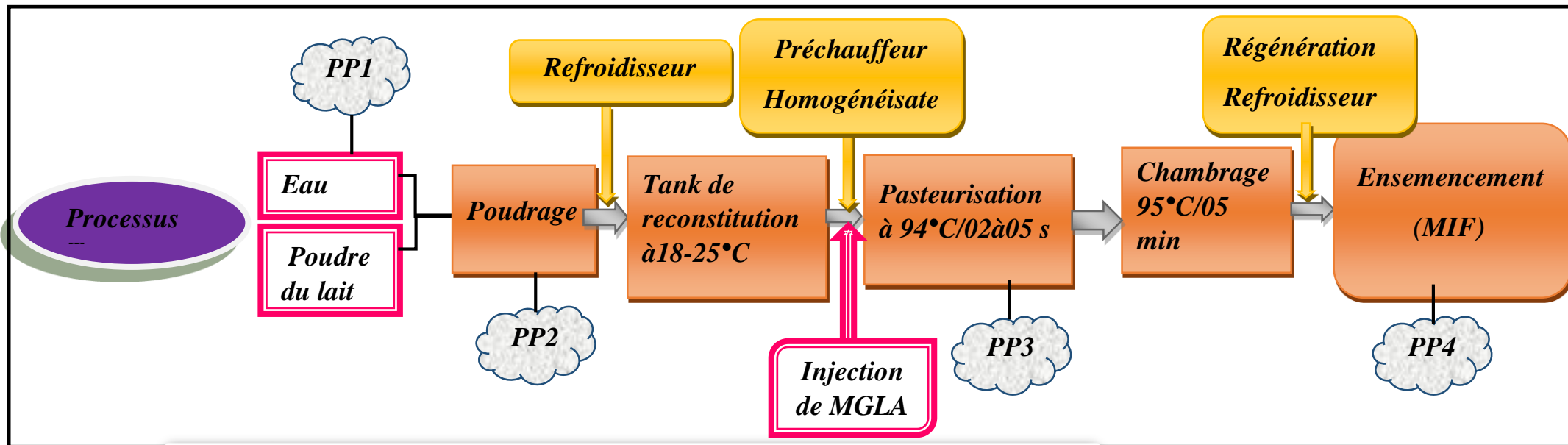


Figure 07 : Schéma des points de prélèvement au niveau de processus T

PP : Point de Prélèvement

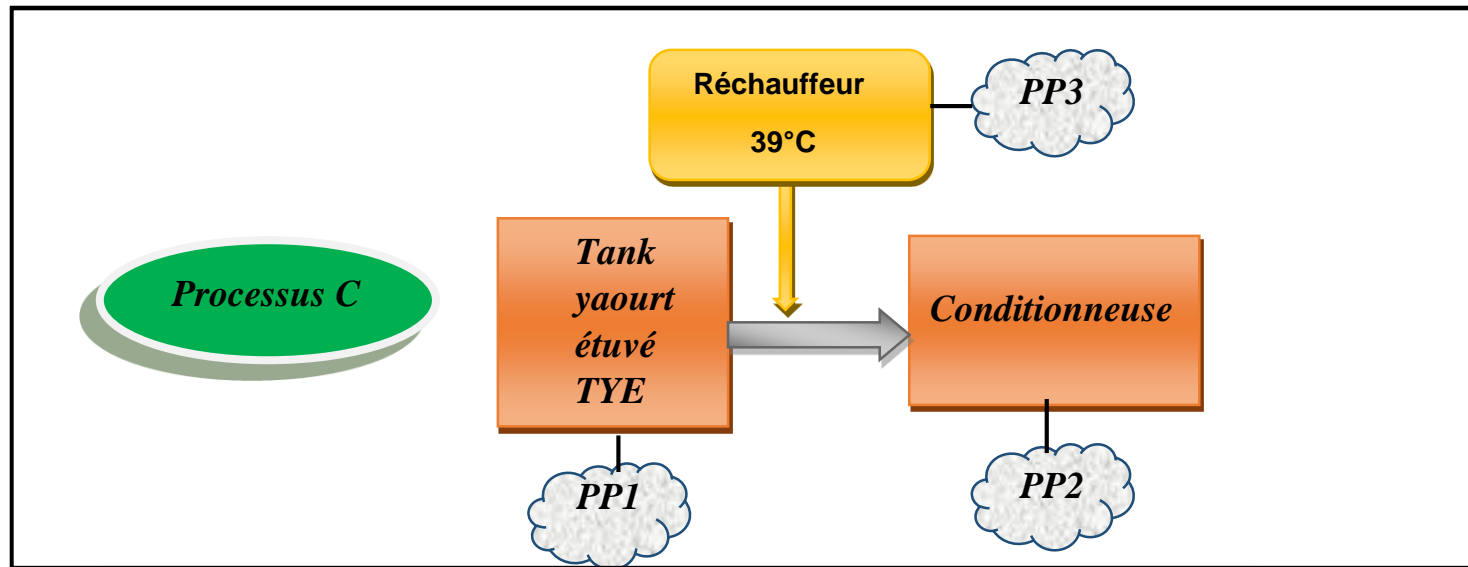


Figure 08 : Schéma des points de prélèvement au niveau de processus C

PP : Point De Prélèvement

II. 1. Méthode de prélèvement

Un prélèvement correct est indispensable à l'obtention de résultats significatifs et doit être considéré comme une phase préliminaire de l'analyse. Au sein de la l'unité DDA, nous avons réalisé des prélèvements au niveau des surfaces internes des équipements intervenant tout au long du process de fabrication, des prélèvements d'eau et de l'air ambiant.

II. 1. 1. Surfaces internes des équipements

Les prélèvements sont effectués à l'aide de compresses stériles et d'une pince-ciseaux préalablement stérilisée avec une solution alcoolique à 90° ou par des écouvillons (dans le cas des surfaces étroites, tels que les doseurs), sur toutes les surfaces internes des équipements tout au long du process de fabrication du yaourt avant et après le nettoyage en prenant la précaution de désinfecter les mains avec l'alcool à 90° et la zone de prélèvement à l'aide d'une lampe alcool (Flombo). Les compresses utilisées sont mises dans des sacs stériles portant toutes les prescriptions nécessaires pour identifier l'échantillon (la date, l'heure le nom ainsi que le lieu du prélèvement).

II. 1. 2. Eaux

Trois types d'eau sont prélevés pour analyse :

Eau de pousse : Elle est censée être stérile (filtrée à 0,2µm). C'est une eau traitée et chlorée, prélevée dans de bonnes conditions d'asepsie, par une désinfection correcte à la vapeur de l'orifice du robinet(figure8), dans des flacons stériles de 1 litre remplis aux environs 5/6 du contenant et cela pour maintenir la survie des bactéries aérobies et pouvoir bien agiter et mélanger l'eau avant de procéder à l'analyse.

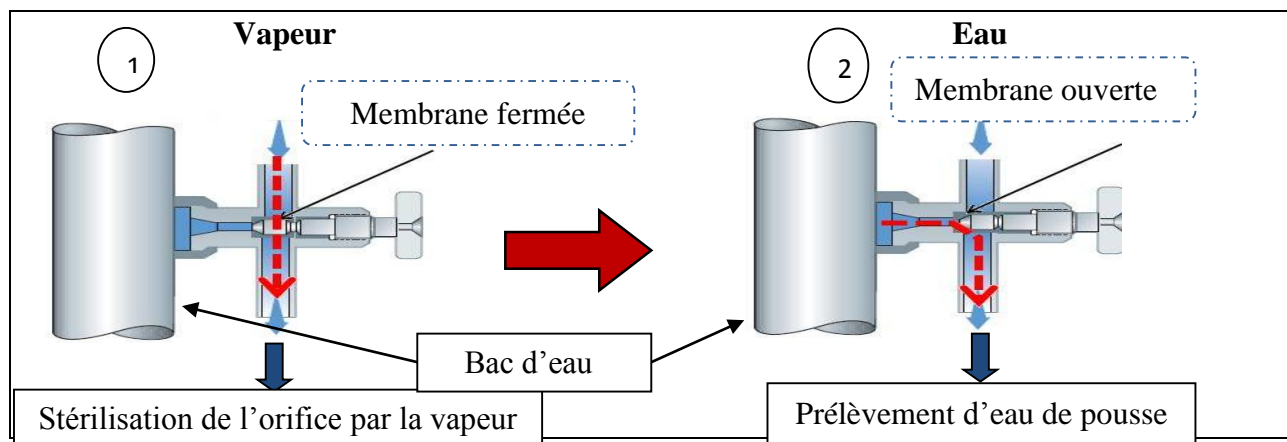


Figure 09 : Schéma descriptif de la méthode de prélèvement de l'eau de pousse.

Eau de poudrage et eau de nettoyage : censées initialement être propres et microfiltrées à 1 µm (Domnick Hunter France), elles sont prélevées dans des flacons stériles de 1 litre, remplis aux environs 5/6 et ce pour les mêmes raisons déjà citées pour l'eau de pousse et cela après la désinfection des points de prélèvements (robinet) avec une solution alcoolique à 90°.

II. 1. 3. Air ambiant

Le prélèvement est effectué par la méthode de dépôt de boîtes contact. Pour cela, des boîtes de Pétri ouvertes, préalablement remplies de gélose OGA sont déposées dans l'atelier 1, près de la conditionneuse dédiée à la production de yaourt étuvé pendant 4 h. Par la suite, les boîtes sont incubées dans l'étuve à 25°C/5 jours. (Uniquement les levures et moisissures sont dénombrées dans l'air ambiant)

III. Méthodes d'analyse

III. 1. Echantillons de surfaces

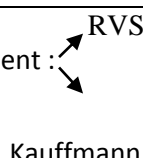
Pour les échantillons de compresses ayant fait l'objet de prélèvements, les analyses sont effectuées sous une hotte à flux laminaire en injectant dans chaque sac, 90 ml du bouillon d'enrichissement (bouillon nutritif, eau peptonée, bouillon Fraser) pour pouvoir rechercher les différents micro-organismes ciblés.

Dans le cas de dénombrements, 90 ml du diluant (tryptone- sel=TS) est ajouté dans chaque sac. A l'aide d'un mélangeur et broyeur de marque smasher, le contenu du sac est remué pour avoir une bonne homogénéisation. Par la suite, et à l'aide de pipettes de 1 ml stériles à usage unique et d'un piptusse automatique, une série de dilutions décimales successives est réalisée. Après l'étape d'enrichissement qui permet la recherche et de dilution qui permet le dénombrement, des ensemencements en masse et en surface sont réalisés sur des milieux gélosés adéquats et incubés respectivement à la température et à la durée du temps correspondant à chaque flore recherchée ou dénombrée tel qu' indiqué dans le tableau I.

Les échantillons de compresses enrichis sont également pré-incubés au préalable pendant 24 h à la température recommandée pour chaque flore microbienne avant l'ensemencement.

Dans le cas de la recherche de la flore sporulée, les échantillons subissent un choc thermique (chauffage à 80°C/10min puis refroidissement à l'eau froide) avant tout ensemencement sur milieu gélosé spécifique.

Tableau I. Microorganismes dénombrés et/ou recherchés et les méthodes utilisées lors de l'inspection des surfaces des équipements du procès de fabrication du yaourt.

Surface	Flore	Milieu de culture	Méthode d'ensemencement	Température et durée d'incubation
Toutes les surfaces	Flore totale mésophile	PCA (Biockar)	En masse	30°C/72 h
Toutes les surfaces	Flore totale thermophile	PCA (Biockar)	En masse	55°C/72 h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Coliformes totaux	VRBL (Biockar)	En masse (double couche)	30°C/24- 48 h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Coliformes fécaux	VRBL (Biockar)	En masse (double couche)	44°C/24-48 h
		Confirmation : BCPL (Biockar)	bouillon	30°C/48h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Levures et moisissures	OGA (Biockar)	En masse	25°C/5 j
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Entérobactéries	VRBG (Biockar)	En masse	37°C/24-48 h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Bactéries lactiques	MRS(en anaérobiose dans une jarre (Biockar)	En masse	37°C/48 h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Bactéries lactiques	M17 (Biockar)	En masse	37°C/48 h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	<i>Bacillus</i>	Mossel+ jaune d'œuf et telurite de potassium (Biockar)	En surface (par râteau)	37°C/48 h
Toutes les surfaces	Flore sporulée mésophile	PCA (Biockar)	Choque thermique	30°C/72 h
			En masse	
Toutes les surfaces	Flore sporulée thermophile	PCA (Biockar)	Choque thermique	55°C/72 h
			En masse	
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Staphylocoques	Baird Parker (OXOID)	En masse	37°C/48 h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Entérocoques	BEA (OXOID)	En masse	37°C/48 h
		Eva- Litsky (OXOID)	En bouillon	37°C/24h
Toutes les surfaces	<i>Clostridium</i>	VF (Biockar)	Choque thermique	80°C/10min 37°C et 46°C/48 h
			En masse	
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	<i>Listeria monocytogenes</i>	Pré-enrichissement : Frazer	90ml de Frazer	37°C/48 h
		Enrichissement : Frazer (Biockar)	1 ml dans 9 ml de Frazer	37°C/24 h
		Isolement : Alloa et Oxford (Biockar)	En surface (stries)	37°C/24 h
Toutes les surfaces sauf pasteurisateur	Salmonelles	Pré-enrichissement : BN (Biockar)	90 ml de BN	37°C/24 h
		Enrichissement :  RVS	0,1 ml dans 9 ml de RVS	RVS 41,5°C/24 h
			1 ml dans 9 ml de milieu Kaufman	KM 37°C/24 h
		Isolement : Hektoen et XLD (Biockar)	En surface	37°C/24-48 h

III. 2. Echantillons d'eau

Afin de déceler toute contamination des eaux prélevées, la technique de filtration sur membrane est utilisée, sauf dans le cas de la recherche de la flore totale. Cette méthode permet la numération des bactéries présentes à des concentrations très faibles dans l'eau. Pour pouvoir dénombrer ces bactéries, il est alors nécessaire d'analyser des volumes d'eau importants (Kauffmann *et al.*, 2008).

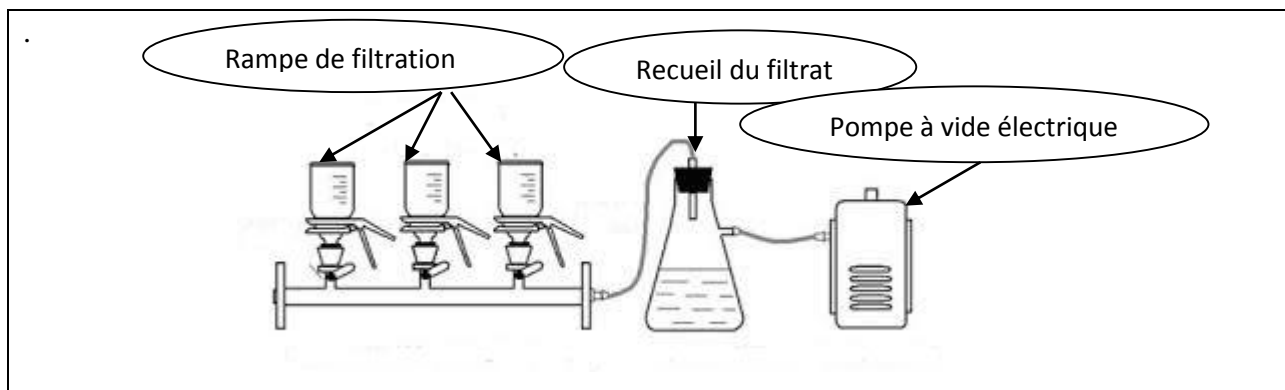


Figure 10 : Schéma descriptif de l'appareil de filtration d'eau sur membrane.

Les trois types d'eaux sont analysés en même temps selon ce protocole :

Le système de filtration est désinfecté après montage par flambage. L'eau à analyser est bien homogénéisée en agitant vigoureusement les flacons d'un mouvement vertical, puis la membrane de filtration est déposée stérilement et le récipient supérieur est revissé pour s'assurer de l'étanchéité du système. Le récipient supérieur est rempli avec l'eau à analyser jusqu'à la graduation recommandée puis, la pompe à vide est placée manuellement. Le système est ainsi mis en marche. Le godet est par la suite démonté, après filtration, le filtre est retiré à l'aide d'une pince flambée et posé sur le milieu de culture adéquat dans une boîte de Pétri de 5 cm de diamètre et incubé à la température choisie tel qu'indiqué dans le (tableau II).

Tableau II. Flore dénombrée et la méthode d'analyse utilisée pour les échantillons d'eau

Flore	Méthode d'analyse	Volume d'eau	Milieu de culture	Température et durée d'incubation
Flore totale	En masse	1 ml	PCA (Biockar)	22°C/4 j
Flore totale	En masse	1 ml	PCA (Biockar)	37°C/24 h
Coliformes totaux	Filtration sur membrane Dépôt en surface	100 ml	Tergitole TTC (Biockar)	27°C/48 h
Coliforme fécaux	Filtration sur membrane Dépôt en surface	100 ml	Tergitole TTC (Biockar)	44°C/48 h
			Confirmation : BCPL (Biockar)	30°C/48h
Levures et moisissures	Filtration sur membrane Dépôt en surface	500 ml	Sabouraud+ Chloramphenicol (Biockar)	37°C/48 h
Entérocoques	Filtration sur membrane Dépôt en surface e	100 ml	Slanetz (Biockar)	37°C/48 h
Pseudomonas	Filtration sur membrane Dépôt en surface	100 ml	Citrimide (Biockar)	37°C/48 h
<i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	Traitement thermique + ensemencement en masse	50 ml	VF (Biockar)	37°C et 46°C/48 h

I. Analyses microbiologiques des surfaces

Les surfaces internes des équipements utilisées pour la production du yaourt sont inspectées, après le passage du produit et après la procédure de nettoyage afin d'estimer et de mettre en évidence toute contamination éventuelle qui serait constituée, illustré dans le tableau I.

I.1. Tank lait cru (TLC)

Des prélèvements sont entrepris au niveau du TLC, en raclant avec une compresse stérile les parois internes du tank (vidé de son contenu), avant et après l'opération de nettoyage. Ces prélèvements, effectués selon les deux cas de figure, nous amènent aux résultats positifs ressortis dans le tableau I en annexe II. À l'exception de la salmonelle et de *Listeria monocytogenes* dont leur mise en évidence éventuelle est faite par recherche, les autres microorganismes ont fait l'objet d'un dénombrement.

I.2. Pré-pasteurisateur

En ce qui concerne cet équipement, les prélèvements sont effectués sur les surfaces internes des plaques constituant les compartiments de l'appareil pré pasteurisateur, selon la même technique de prélèvement déjà utilisée pour contrôler l'état microbiologique du tank lait cru. Les flores positives retrouvées lors de l'analyse sont rapportées dans le tableau II en (annexe II).

I.3. Tank de stockage de la crème (TSC)

A ce niveau, les prélèvements réalisés avec la même technique, ciblant les surfaces internes du tank (TSC) ont donné les résultats positifs mentionnés dans le tableau III en (annexe II).

I. 4. Tank de lait écrémé (TLE)

Les mêmes flores sont dénombrées et recherchés à l'intérieur du tank de lait écrémé(TLE).les résultats positifs obtenus sont renseigné dans le tableau IV en (annexe II).

I. 5. Ligne de poudrage

C'est une tuyauterie en inox qui forme un circuit fermé entre le mélangeur et le tank de poudrage. A ce niveau le prélèvement est effectué à l'intérieur de ce circuit au niveau du filtre « corps étranger » par la même procédure de prélèvement et en dénombrant et recherchant les mêmes flores d'analyse déjà mentionnées. Les résultats obtenus montrent une absence de toute la flore microbienne.

I. 6. Pasteurisateur

En ce qui concerne cet équipement, les mêmes procédures de prélèvement effectuées au niveau du pré-pasteurisateur sont appliquées aussi à ce niveau afin de dénombrer la flore sporulée et les thermophiles. Les résultats obtenus montrent une absence de ces microorganismes, cela prouve et atteste l'efficacité de la pasteurisation (traitement thermique suffisants).

I. 7. Milieu d'injection ferments (MIF)

Le prélèvement est effectué à l'intérieur du dispositif « MIF » avec les mêmes procédures citées en haut. Les résultats obtenus montrent une absence de tous les microorganismes dénombrés ou recherchés à l'exception de deux cellules de *Streptococcus thermophilus* trouvées après l'opération de nettoyage et de désinfection thermique à 120°C.

I. 8. Tank de stockage du yaourt étuvé (TYE)

Des prélèvements sont effectués sur les surfaces internes avec la même méthode d'analyse opérée tout au long de la chaîne de production pour toucher tous les appareils qui s'y trouvent. Les résultats obtenus n'ont montré que la présence de deux espèces lactiques utilisées comme ferments, présenté dans le (tableau V en annexe II).

I. 9. Réchauffeur

C'est un échangeur à plaques qui relie le TYE à la conditionneuse du yaourt étuvé. Le prélèvement est effectué à l'intérieur du circuit du réchauffeur lié à cette dernière, avec la même procédure de prélèvement déjà citée. Seules les flores microbiennes qui se sont avérées positives sont reportées dans le tableau VI en (annexe II).

I.10. Conditionneuse (extérieur des doseurs)

Les mêmes flores sont dénombrées OU recherchées à l'extérieur des doseurs en utilisant la technique de raclage par compresse pour le prélèvement. Les résultats positifs obtenus sont mentionnés dans le tableau VII en (annexe II).

I.11. Conditionneuse (intérieur des doseurs)

Les mêmes flores sont dénombrées ou recherchés comme indiquées dans les tableaux précédents, le prélèvement est réalisé à l'intérieur des doseurs, en utilisant cette fois-ci la

technique d'écouvillonnage. Les résultats positifs obtenus sont mentionnés dans le tableau VIII en (annexe II).

II. Analyses microbiologiques des eaux

Des analyses microbiologiques sont entreprises pour l'eau de poudrage, l'eau de nettoyage et l'eau de pousse, pour le dénombrement des microorganismes mentionné en (tableau II).

Afin de déceler toute contamination des eaux prélevées, la technique de filtration sur membrane est utilisée, sauf dans le cas de la recherche de la flore totale qui est réalisé par la méthode d'ensemencement en masse et des clostridium sulfite réducteurs par la même méthode mais après avoir fait un traitement thermique.

A noter : Au moins trois échantillons périodiques sont soumis à l'analyse et cela concerne chaque type d'eau :

II. 1. Eau de poudrage

C'est une eau micro-filtré à 1µm, analysée par la méthode décrite ci-dessus. Les analyses effectuées nous amènent aux résultats des flores positives dénombrées ressortis dans le tableau IX en (annexe II).

II. 2. Eau de nettoyage en place (NEP)

C'est une eau micro-filtrée à (1µm), analysée par la même méthode d'analyse pour l'eau de poudrage. Les résultats positifs sont présentés dans le tableau X en (annexe II)

II. 3. Eau de pousse

C'est une eau traitée qui est censée être stérile, analysée par la même méthode utilisée pour les eaux de poudrage et de nettoyage, et les flores dénombrées sont les mêmes que celles indiquées dans les tableaux IX et X en (annexe II). Les résultats obtenus montre l'absence des microorganismes dénombrés, ce qui prouve et confirme la stérilisation de cette eau.

III. Analyses microbiologiques de l'air ambiant

La méthode adoptée dans cette étude est la méthode des boites contact qui sont exposées ouvertes (dans lesquelles de la gélose OGA est coulée et solidifiées au préalable) à l'air ambiant auprès de la conditionneuse du yaourt étuvé pour mettre en évidence la flore fongique de l'environnement industriel. Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau XI en (annexe II)

IV. Flore microbienne colonisant les différents équipements de l'installation de fabrication de yaourt

IV. 1. La flore totale sur les différents équipements

IV.1.1 Flore totale aérobie mésophile

La flore totale aérobie mésophile (FTAM) est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux flores banales et de contamination (Guiraud et Rosec, 2004).

Dans l'industrie agroalimentaire, l'adhésion de microorganismes contaminants sur les surfaces induit des effets néfastes à la fois en termes de qualité, d'hygiène et de santé publique (Guillemot, 2006).

Les résultats obtenus (figure 11) montrent un taux élevé de la flore totale de l'ordre de 55.10^4 UFC/ml au niveau du TLC, et sous l'effet de la pré-pasteurisation ($78^\circ\text{C}/30\text{s}$), cette charge passe à 54 UFC/ml au niveau du pré-pasteurisateur. La charge dénombrée au niveau du tank de stockage de la crème (TSC) est 33 UFC/ml, tandis que celle dénombré au niveau du tank de stockage de lait écrémé (TLE) a été de l'ordre 3.10^4 UFC/ml.

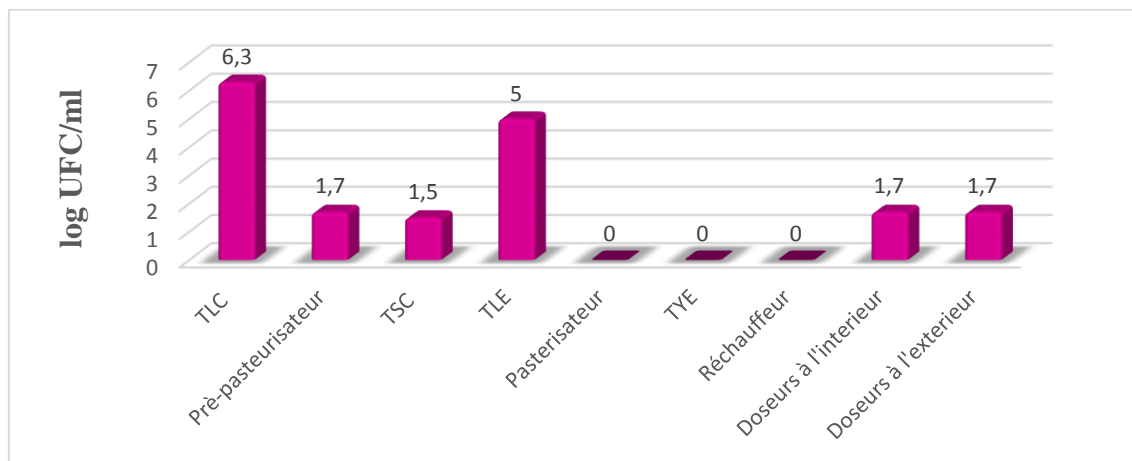


Figure 11 : Résultats du dénombrement de la flore totale mésophile au niveau des surfaces internes des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

Au niveau des équipements situés après la phase de traitement thermique ; (tel que, pasteurisateur, MIF, TYE), les résultats du dénombrement montrent une absence de toute flore, ce qui démontre l'efficacité de cette pasteurisation ($94\pm 2^\circ\text{C}/5$ min). A l'exception des doseurs qui sont situés après le traitement thermique, les résultats de leurs analyses montrent des contaminants de l'ordre 62 UFC/ml (à l'intérieur des doseurs) et de 45 UFC/ml (à

l'extérieur des doseurs). Cette contamination serait due à l'accumulation du produit sur les doseurs lors du dosage, ce qui a induit un développement de la flore totale, originaire de la flore sporulée transportée par le produit jusqu'aux doseurs, cette transformation de la forme sporulée vers la forme végétative, se produit lorsque le produit stocké dans le tank yaourt étuvé (TYE) à 06°C passe par le réchauffeur à 38°C, donnant ainsi un milieu favorable pour la germination des spores.

La flore totale mésophile dénombrée après le nettoyage (**figure 12**) est de l'ordre **44 UFC/ml** sur les surfaces du TLC, cette présence serait due à l'inefficacité de la procédure de nettoyage qui s'effectue en utilisant une eau propre non stérile, microfiltrée à 1µm, pour le rinçage (Voir la procédure de nettoyage dans les annexes). De même on remarque une absence de cette flore tout au long de la chaîne de production, après le nettoyage. Ce qui démontre l'efficacité de l'association du nettoyage et de la désinfection.

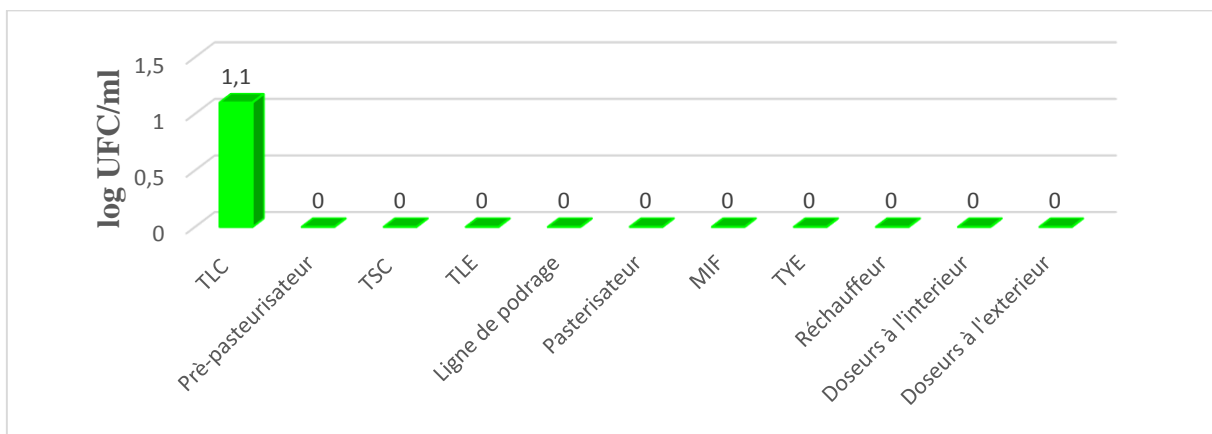


Figure 12 : Résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile au niveau des surfaces internes des équipements après nettoyage avec ou sans désinfection.

En ce qui concerne la procédure de nettoyage des doseurs, ces derniers sont liés à l'installation NEP. En plus, de la désinfection thermique, après chaque nettoyage, s'ajoute la désinfection manuelle à l'aide d'un désinfectant chimique dilué utilisé durant la production toutes les 4 heures et/ou dès que l'opérateur remarque une accumulation du produit au niveau des doseurs.

IV.1.2 Flore totale thermophile

Les résultats du dénombrement de la flore thermophile (**figure 13**) montrent une charge microbienne de l'ordre de **28 UFC/ml** au niveau TLC, une charge inférieure à **15UFC/ml** (de l'ordre de **2 UFC/ml**) au niveau du pré-pasteurisateur, et une charge de l'ordre de **18 UFC/ml** au niveau de tank de stockage de lait écrémé (TLE), ce qui indique la

présence de certains microorganismes thermotolérants qui résistent à la pré-pasteurisation ($78^{\circ}\text{C}/30\text{s}$). Après pasteurisation ($94\pm 2^{\circ}\text{C}/5\text{min}$) aucune présence de cette flore n'a été mentionnée ce qui prouve son efficacité.

De même, après le nettoyage et la désinfection, on a remarqué l'absence de cette flore thermophile, ce qui est en faveur de son efficacité de son nettoyage.

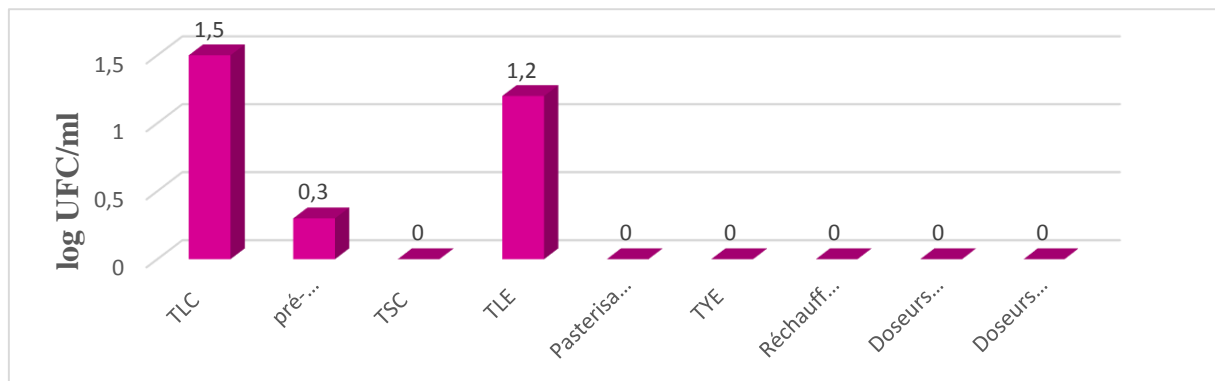


Figure 13 : Résultats du dénombrement de la flore totale thermophile au niveau des surfaces internes des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

IV. 2. Les coliformes

Les coliformes sont des entérobactéries, leur développement est freiné par l'abaissement du pH, leur croissance est stoppée lorsque le pH est inférieur à 4,5 et sont peu résistants à la chaleur (Le Minor et Richard, 1993).

Les coliformes se répartissent en deux groupes distincts :

- Les non fécaux dont l'origine est l'environnement, et sont mésophiles (30°C).
- Les fécaux dont l'origine essentielle est le tube digestif, qui sont plus thermotolérants (44°C) dont *Escherichia coli*.

IV.2.1 Les coliformes totaux

Le dénombrement des coliformes "totaux" est encore considéré comme un indice de contamination fécale.

les résultats obtenus (figure 14) montrent la présence des coliformes totaux à une charge de l'ordre de **153 UFC/ml** au niveau du tank de stockage du lait cru (TLC), d'une charge inférieure à **15 UFC/ml** (de l'ordre **7 UFC/ml**) au niveau du pré-pasteurisateur et une

seule colonie a été détecté au niveau du tank lait écrémé (TLE), et une absence totale de cette flore a été notés sur les autres surfaces des équipements inspectés.

Cette charge est due à l'effet de la pré-pasteurisation (**78°C/30s**) à ce niveau et leur absence dans le tank de stockage de la crème revient à la richesse de cette crème en matière grasse dans laquelle les coliformes pourraient être émulsionnés et rendus non détectable.

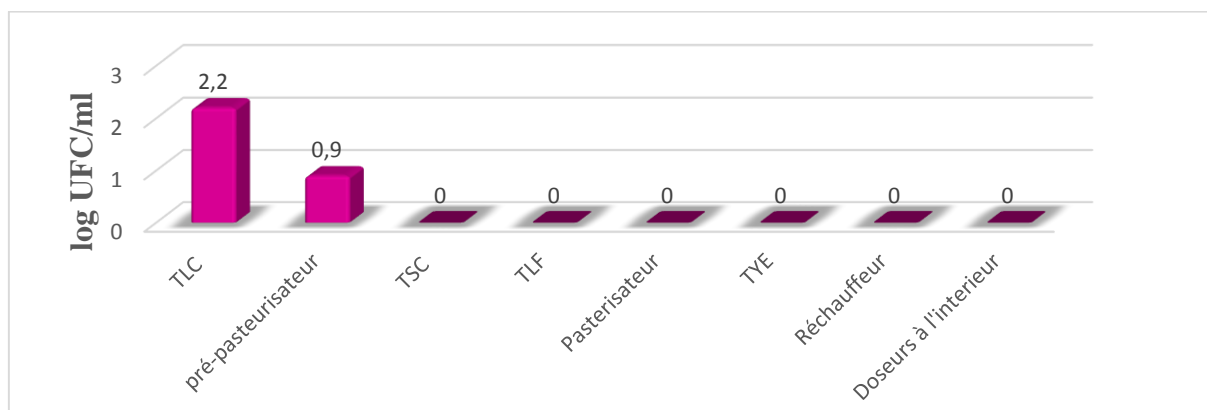


Figure 14 : Résultats du dénombrement des coliformes totaux au niveau des surfaces internes des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

Selon **Larpent (1990)**, la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale, certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau des équipements laitiers.

Après le nettoyage, on remarque l'absence des coliformes totaux sur les surfaces analysées ce qui signifie l'efficacité de la procédure appliquée.

IV.2.2 Coliformes fécaux

Les coliformes thermotolérants indiquent en général une contamination fécale, et leur nombre est généralement proportionnel au degré de pollution produit par des matières fécales (**Aggad et al., 2010**). Le dénombrement de microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de vérifier l'état hygiénique de l'installation.

Les résultats du dénombrement de coliformes fécaux au niveau des surfaces internes des équipements de transformation (**figure 15**), indiquent la présence d'une charge microbienne de l'ordre de **60 UFC/ml** au niveau du tank de stockage du lait cru (TLC), et inférieur à **15 UFC/ml** (de l'ordre de **3 UFC/ml**) au niveau du pré-pasteurisateur ; sans pour autant les dénombrer sur les autres surfaces.

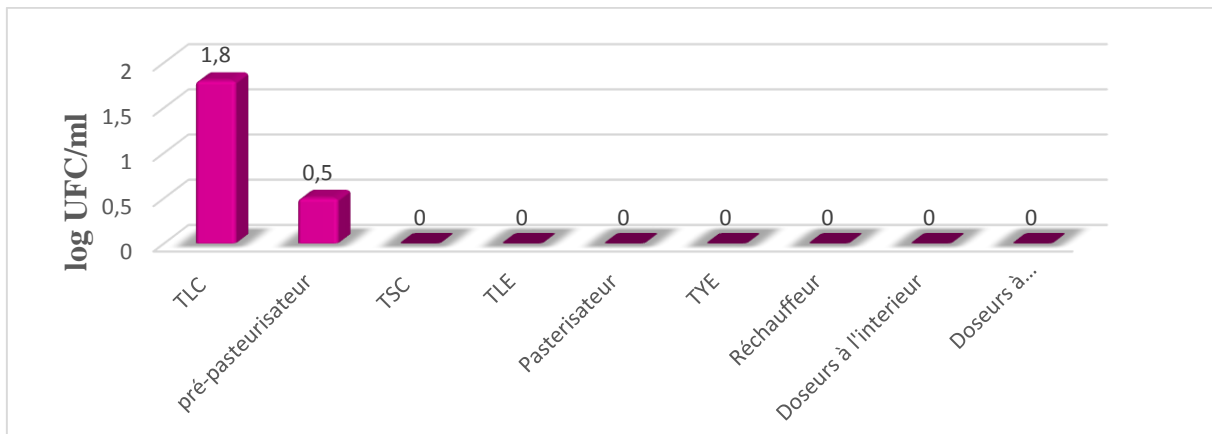


Figure 15 : Résultats du dénombrement des coliformes fécaux au niveau des surfaces internes des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

Cette contamination pourrait être véhiculée par le lait cru contaminé par les coliformes fécaux ; ce qui témoigne de l'absence des conditions d'hygiène lors de la traite ou au cours du transport (**Labioui et al., 2009**)

L'absence des contaminants après la pré-pasteurisation confirme l'efficacité du traitement thermique appliqué (**78°C/30s**).

Après nettoyage, on remarque l'absence de cette flore sur les surfaces analysées ce qui signifie un nettoyage efficace.

IV.3. Entérobactéries

Bien que, pour la plupart des espèces, ces bactéries ne soient pas pathogènes, cette famille de bactéries dont la plupart des espèces vivent dans l'intestin de l'homme et des animaux leur détection dans les aliments traduit une contamination fécale (**Bourgeois et col, 1988**). Elle augmente la probabilité de la présence de bactéries pathogènes dans le produit.

D'autre part, leur extrême fragilité vis-à-vis de la température (destruction rapide à partir de 65°C) les rend très utiles pour contrôler, les points critiques au cours de l'élaboration d'un aliment. Leur présence révèle avant tout que le procédé de fabrication d'un produit est réalisé dans des conditions d'hygiène insuffisante.

Les résultats illustrés sur la **figure (16)** indiquent une charge élevée des entérobactéries de l'ordre de **1,4.10⁶ UFC/ml** sur la surface du tank de stockage du lait cru, et sous l'effet du traitement thermique (**78°C/30s**), la charge est inférieure à **15 UFC/ml** (de l'ordre de **6 colonies**) sur la surface des plaques de l'échangeur thermique (P9), et sur la

surface du tank de stockage du lait écrémé (TLE) (est de l'ordre de **4 colonies**), et son absence dans les tanks de stockage de la crème (TSC).

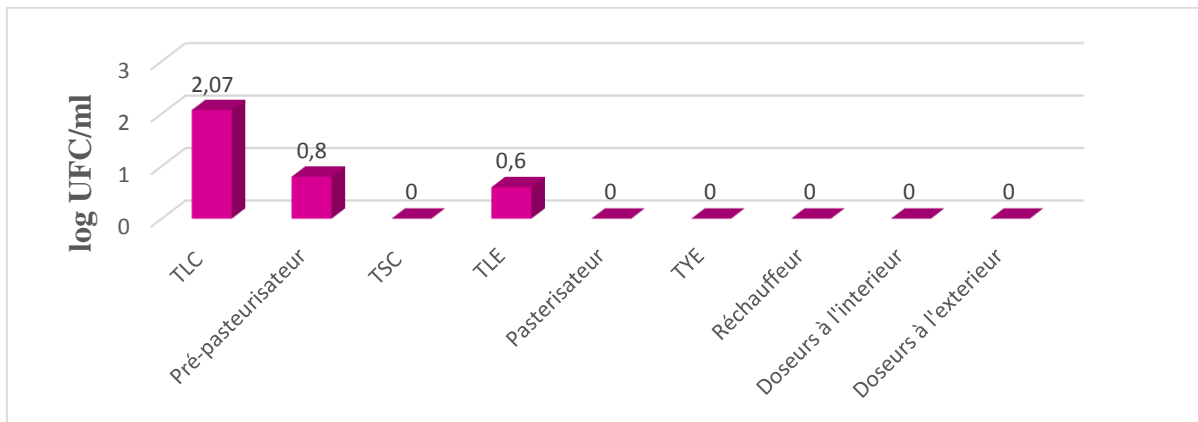


Figure 16 : Résultats du dénombrement des entérobactéries au niveau des surfaces internes des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

Le dénombrement des entérobactéries sur les équipements situés juste après la pasteurisation ($94\pm 2^{\circ}\text{C}/5\text{min}$) montre leur absence totale, ce qui signifie l'efficacité du traitement thermique.

Après la procédure de nettoyage, les résultats du dénombrement des entérobactéries (**Figure 17**) montrent la présence d'une charge >15 UFC/ml (**deux colonies**) sur les surfaces internes du tank de stockage de lait cru. Cette surface a été recontaminée par une eau propre utilisée pour le NEP lors du rinçage sans la réalisation d'une désinfection.

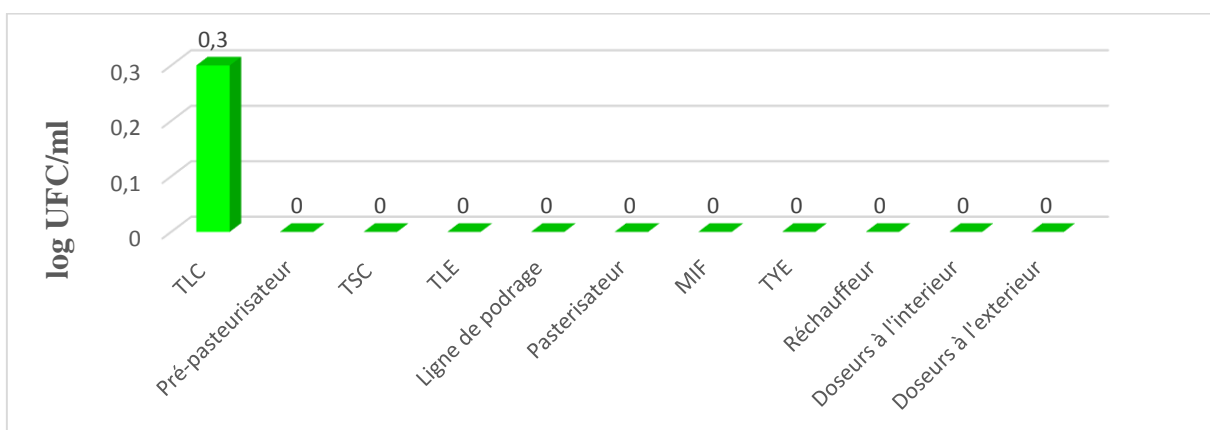


Figure 17 : Résultats du dénombrement des entérobactéries sur les surfaces internes des équipements après nettoyage avec ou sans désinfection.

Ces résultats montrent aussi une absence totale des entérobactéries sur les autres sites inspectés, cela démontre une procédure de nettoyage et désinfection efficace.

IV.4 La flore lactique

La présence des bactéries lactiques dans l'industrie laitière de production du « yaourt » dans l'environnement ou sur les équipements est évident, elles reviennent essentiellement aux bactéries additionnées volontairement comme ferments « *Streptococcus thermophilus* » et « *Lactobacillus bulgaricus* » et au lait cru à transformer qui représente un habitat naturel pour ces bactéries, telle que les lactobacilles, les microcoques et les streptocoques lactiques, il s'agit principalement de micro-organismes saprophytes du pis et des canaux galactophores (Guiraud, 2003).

Les résultats obtenus (figure 18), montrent un taux élevé de la flore lactique sur les surfaces internes du TLC, qui est de l'ordre de $1,4.10^6$ UFC/ml de streptocoques lactiques, et de l'ordre de $7,4.10^6$ UFC/ml de lactobacilles, dont l'origine est le lait cru. Ainsi leur présence sur les surfaces internes de pré-pasteurisateur d'une charge >15 UFC/ml (11 colonies de streptocoques lactiques et 8 colonies de lactobacilles, et au niveau de TLE, 6 colonies de streptocoques lactiques et 3 colonies de lactobacilles), ce changement de charge est due à l'effet de la pré-pasteurisation (78°C/30s).

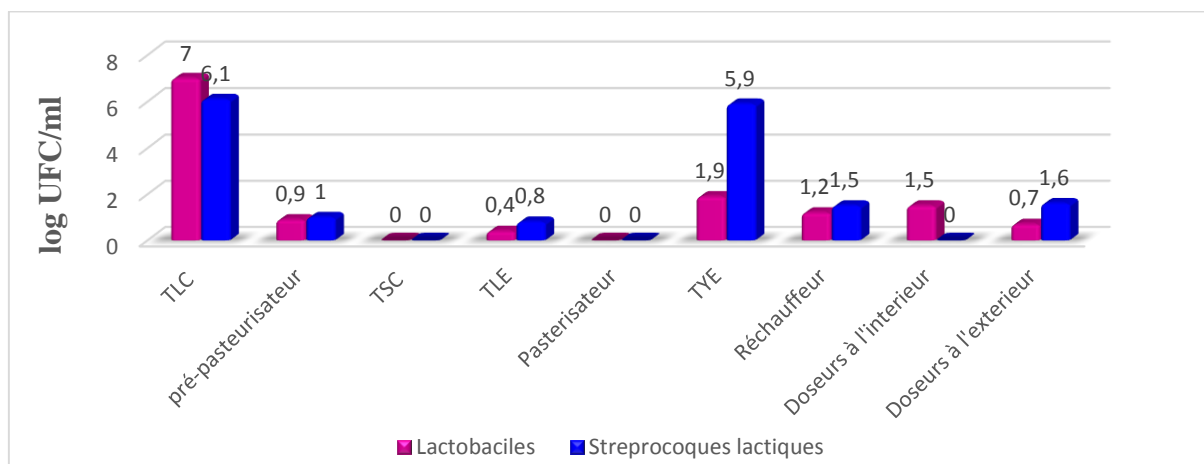


Figure 18 : Résultats de dénombrement de la flore lactique sur les surfaces internes des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

Les résultats du dénombrement des streptocoques lactiques du TYE, réchauffeur et doseurs (à l'extérieur) montrent respectivement les résultats suivants : $7,4.10^5$ UFC/ml ; 34 colonies et 15 colonies, dont l'origine est le ferment lactique "*Streptococcus thermophilus*".

Les résultats du dénombrement des lactobacilles du TYE, réchauffeur, doseurs (à l'extérieur et à l'intérieur) montrent respectivement les charges suivantes : 71, 15, 5, 34 colonies, dont l'origine est le ferment lactique "*Lactobacillus bulgaricus*".

A travers les résultats obtenus (**figure 19**) on remarque la présence d'une charge >15 UFC/ml (**2 colonies** de *Lactobacilles* au niveau de TLC, cela s'explique par la procédure de nettoyage sans désinfection. De même, au niveau des doseurs **03 colonies** ont été démontré à l'intérieure et de **2 colonies** à l'extérieur). Ceci pourrait s'explique par la dégradation du pouvoir désinfectant lorsqu'il reste sans utilisation.

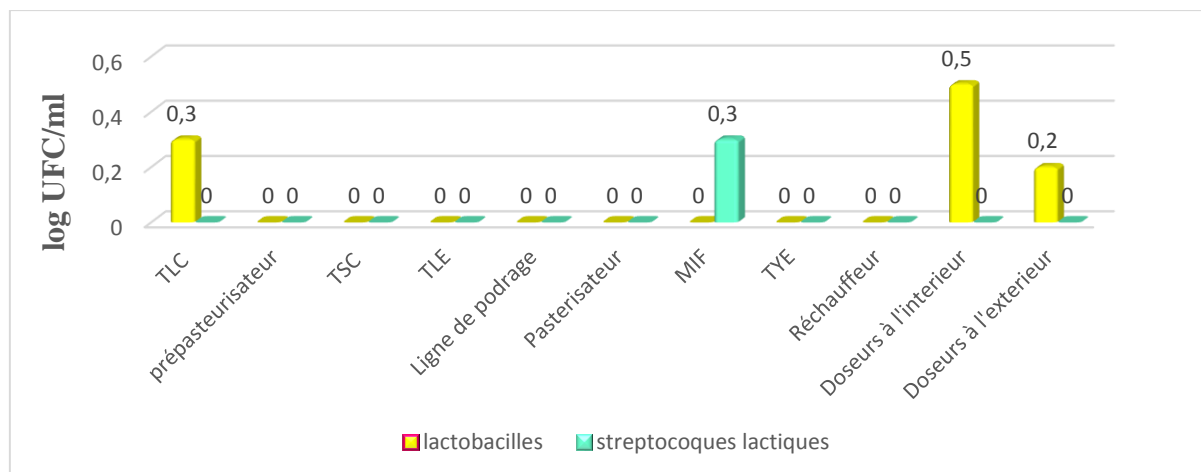


Figure 19 : Résultats du dénombrement de la flore lactique au niveau des surfaces internes des équipements après le nettoyage avec ou sans désinfection.

IV.5. Levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont très largement répandues dans l'environnement grâce à leur grande capacité de croître sur de nombreux substrats (**Boutin-Forzano et al., 2006**).

IV.5.1. Avant le nettoyage

A travers les résultats obtenus (**figure 20**) et après le contrôle des différents points constituant la chaîne de production du yaourt, on a relevé la présence de la flore fongique (**32 UFC/ml** de levures et **4 UFC/ml** de moisissures) sur les surfaces internes du tank lait cru, juste après l'avoir vidé de son contenu. Au demeurant, ce constat relevé n'est pas étonnant car les levures et les moisissures supportent des variations de pH de 3 à 8, avec un optimum de 4,5 à 6,5, ce qui explique leur présence dans le lait (**Tchamba, 1982**) et ainsi, leur présence au niveau du pré-pasteurisateur avec des teneurs de (**2 colonies**) en levures et de (**13 colonies**) en moisissures au niveau des doseurs (intérieur).

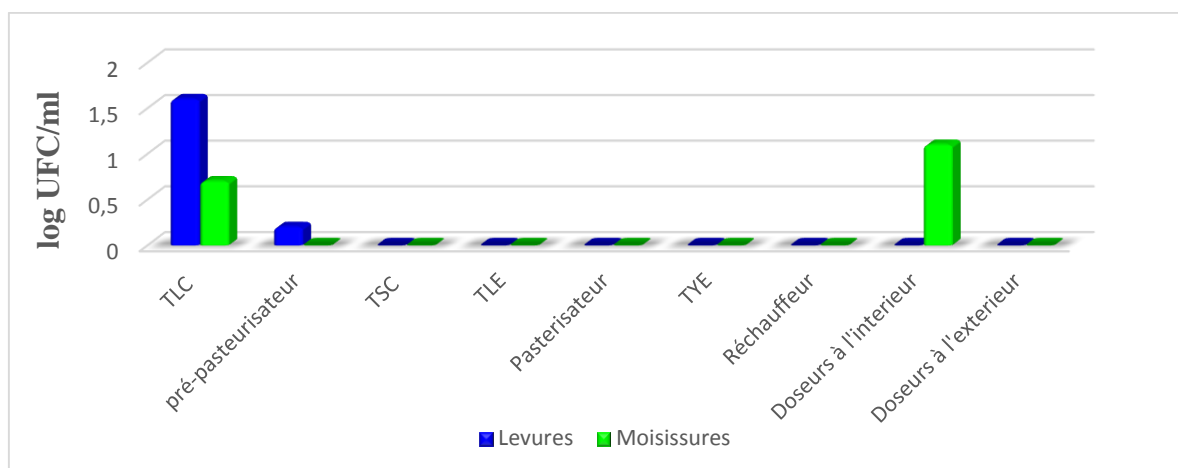


Figure 20 : Résultats du dénombrement de la flore fongique au niveau des surfaces internes des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

Ces résultats sont très probables du fait que l'environnement d'un atelier de production du yaourt reste toujours humide, et que cette humidité constitue un facteur qui favorise le développement de la flore fongique. **Guillemot(2006)** affirme que l'acier inoxydable par rapport à d'autres matériaux permet une adhésion très marquée des levures.

IV.5.2. Après nettoyage

Après avoir contrôlé tous les sites de prélèvement nettoyés, juste après la purge du produit les résultats obtenus montrent l'absence de la flore fongique, ce qui démontre son efficacité.

IV.5 *Bacillus*

Les espèces de Bacillus sont responsables de toxi-infections d'origine alimentaire. Elles ont été responsables de 2,9 % des TIAC en 2001 (**Haeghebaert et al., 2002**). Ce genre produit des spores thermorésistantes qui survivent aux opérations de chauffage (pasteurisation) ou de déshydratation dans l'industrie alimentaire et qui, en raison de leur caractère hydrophobe, peuvent former ou initier des biofilms durant les étapes du processus. La pasteurisation stimule les spores à germer et, dans des circonstances favorables (par exemple la réhydratation) à croître à nouveau sous forme de cellules végétatives. Il peut contaminer le lait cru lors de la traite, lorsque les conditions d'élevage, d'alimentation et de traite ne respectent pas suffisamment les bonnes pratiques d'hygiène (contamination environnementale) (**Cerf, 2002**). Le pouvoir pathogène de cette bactérie et son aptitude de persister dans l'environnement nous a incités à inspecter tous les sites de production.

Selon les résultats obtenus, nous avons pu constater l'absence de *Bacillus* sur tous les sites inspectés.

IV.6 Entérocoques

Les streptocoques fécaux (*Enterococcus* ou streptocoques du groupe D) sont des commensaux de l'intestin. *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* sont les deux espèces le plus souvent identifiées chez l'homme (Clausen et al., 1977 ; Gleeson et Gray, 1997).

De toutes les bactéries non sporogènes, ces bactéries sont parmi celles qui résistent le mieux à des conditions de milieu défavorables. Ils résistent mieux que les coliformes et *E.coli* à la réfrigération, à la congélation, au chauffage, à la salaison et à la dessiccation (Cuq, 2007) et sont, donc selon certains auteurs de meilleurs indicateurs de la qualité hygiénique du lait (Waes, 1973).

Toutefois, ces microorganismes sont moins souvent associés aux microorganismes pathogènes que les coliformes fécaux. Ils ne renferment pas d'espèce considérée pathogène du point de vue alimentaire. Cependant, après prolifération abondante dans l'aliment, ces microorganismes peuvent être à l'origine de toxi-infections bénignes qui sont, toutefois, exceptionnelles (Cuq, 2007).

Selon Waes (1973), la thermorésistance des streptocoques D plaide en faveur du contrôle spécifique de leur nombre dans le lait cru. Ils peuvent survivre à la pasteurisation, mais non à la stérilisation.

Dubois et al. (1982) cités par Semasaka (1986) constatent également que les streptocoques fécaux ne sont pas totalement inhibés par les ferments lactiques. Cela a, d'ailleurs, obligé Plusquellec (1980) à conseiller le dénombrement de la flore de contamination dans les produitsensemencés de levains.

Ces résultats obtenus (figure 21) nous amènent à déduire la présence d'une contamination par des entérocoques de l'ordre de **36 UFC/ml** au niveau du tank de stockage du lait cru (TLC), et cela avant le nettoyage, et une absence après nettoyage et sur tous les autres équipements analysés avant et après nettoyage. Ce qui pourrait être lié à l'efficacité de la pré-pasteurisation (78°C/30s) et du nettoyage.

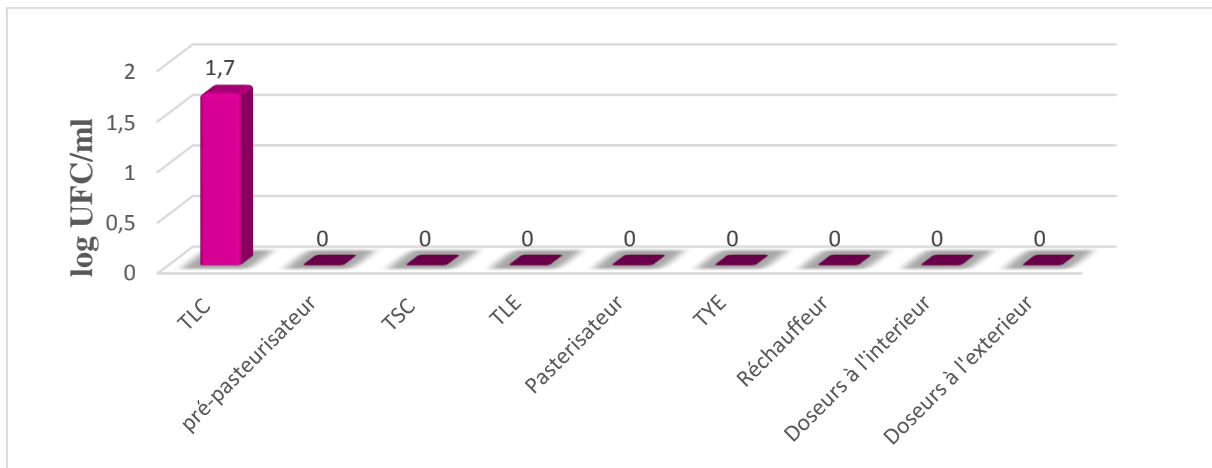


Figure 21 : Résultats de dénombrement des entérocoques au niveau de la surface interne des équipements avant nettoyage avec ou sans désinfection.

IV.7 *Staphylococcus aureus*

Les Staphylocoques font partie de la flore de la peau et des muqueuses de l'Homme et de l'animal (**Brisabois et al., 1997**). Cependant, ils peuvent être retrouvés dans une large gamme de produits alimentaires y compris les produits laitiers. leur présence dans ces derniers représentent un risque pour la santé humaine, parce que certaines souches appartenant principalement à l'espèce *Staphylococcus aureus* produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxi-infection alimentaire grave (**Buyser, 1996**). Si les produits laitiers restent très peu souvent impliqués dans les toxi-infections alimentaires, le staphylocoque est cependant l'agent bactérien le plus fréquemment mis en cause dans les cas rencontrés car c'est un agent de mammite lorsque l'animal est malade (**Guiraud, 2003**). L'origine principale de contamination de ces produits par cette espèce bactérienne revient au lait cru (**Brisabois et al., 1997**). Pour cela toutes les surfaces internes des équipements utilisés pour la production du yaourt susceptibles d'accueillir cette espèce sont soumises à des contrôles pour estimer sa charge et parer ainsi à tous risques de libération de toxine donc de contamination du produit.

Les résultats obtenus (**figure 22**) montrent la présence des *Staphylococcus aureus* au niveau du tank lait cru (TLC) vidé de son contenu d'une charge de **1,83.10³ UFC/ml**

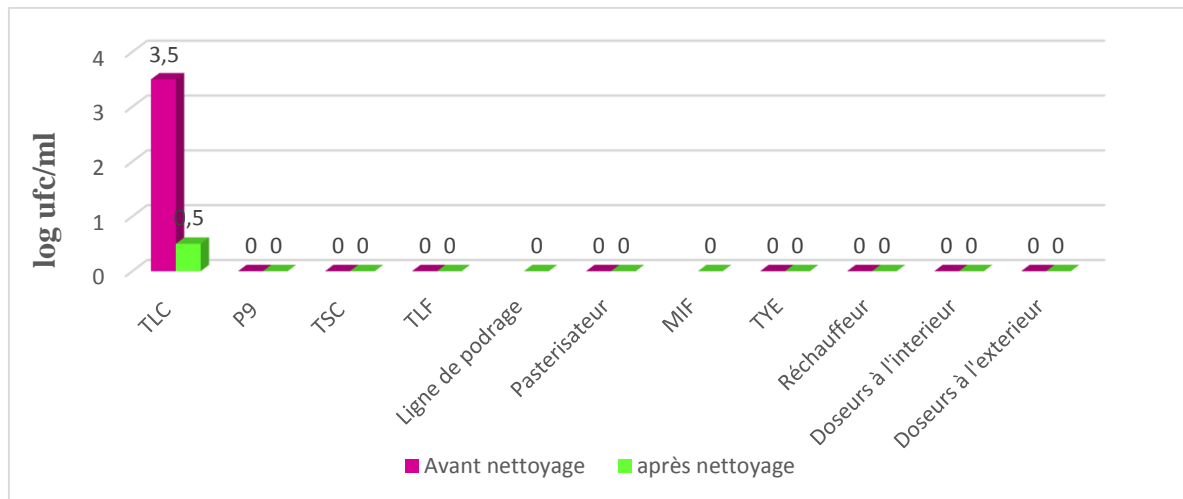


Figure 22 : Résultats de dénombrement des *staphylococcus aureus* au niveau des surfaces internes des équipements avant et après nettoyage.

L'origine de cette contamination pourrait être des porteurs sains ou infectés, ou l'environnement. Chez les bovins, *S. aureus* est isolé des narines. On le retrouve dans de petites lésions cutanées du pis et dans les manchons des machines à traire ; la colonisation des trayons peut entraîner l'infection de la mamelle et du pis (**Brisabois et al. , 1997**). Cette espèce a persisté dans le tank lait cru d'une charge >15 UFC/ml (**3 cellules**) même après nettoyage, cela serait dû à l'eau de rinçage utilisée pour le NEP qui est juste une eau propre. Cette espèce a été détruite après le passage du lait dans le pré-pasteurisateur d'où son absence remarquée sur le reste des équipements qui s'en suivent, ce qui laisse déduire l'efficacité ce traitement thermique ($78^{\circ}\text{C}/30\text{s}$) sachant que les staphylocoques sont très facilement détruits par la pasteurisation (**Brisabois et al. , 1997**).

IV.8 Clostridium sulfito-réducteur

Selon les résultats obtenus, on constate l'absence des clostridium sulfito-réducteur au niveau tous les sites inspectés.

IV.9 La flore sporulée à 30°C et à 55°C

La flore sporulée peut contaminer le lait et les produits par apport de l'environnement (**Guiraud, 2003**). L'utilisation d'un lait contaminé par cette flore dans une industrie laitière lors de la fabrication du yaourt, peut conduire à une germination de cette espèce et passer de la forme sporulée à une forme végétative après son passage dans le pasteurisateur. Pour cela, des contrôles sont effectués systématiquement pour s'assurer en permanence de la qualité du produit transformé.

Les résultats des dénombrements accomplis au niveau des différents sites de prélèvement présentent l'absence de la flore sporulée.

IV.10 *Listeria monocytogene*

Listeria monocytogenes peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire « parfait » car elle est ubiquiste et très résistante aux conditions difficiles (température, activité de l'eau (Aw) , pH...).elle est responsable d'infection rares mais graves chez l'Homme appelée la « listériose » (**Brisabois et al. , 1997**).

La contamination des aliments par la *Listeria monocytogenes*, peut survenir à partir des matières premières ou à partir de l'environnement industriel (**Cerf, 2002**). A la laiterie, cette espèce bactérienne est normalement détruite par une pasteurisation efficace. Toutefois, les contaminations éventuellement mises en évidence après la pasteurisation résultent généralement soit d'un problème technologique (pasteurisation insuffisante), soit d'une contamination secondaire (environnementale) (**Saana, 1994**) où la souche peut devenir résidante. Dans ce cas, l'aliment n'est pas protégé par la réfrigération car cette bactérie continue à se développer à de faibles températures. C'est pourquoi des procédures de contrôle très précises ont été mises en place au niveau de la laiterie Danone Djurdjura Algérie « DDA». Les résultats obtenus montrent l'absence de cette espèce bactérienne au niveau de tous les sites inspectés avant et après leur nettoyage, ce qui prouve l'efficacité des deux pasteurisations appliquées respectivement à des températures différentes (**78°C/30s et 94±2°C/5min**) et les bonnes pratiques de nettoyage et de désinfection réalisées dans les ateliers ou l'absence de cette espèce dans le lait du départ.

I.11 Salmonelles

Les salmonelles sont pour la plupart ubiquitaires et peuvent être hébergées dans le tube digestif des animaux de toutes espèces ; c'est pourquoi, une grande variété de produits alimentaires d'origine animale peut être source de contamination. L'origine de la présence de ces bactéries en industrie laitière revient au lait (matière première contaminée) ou à leur présence dans l'environnement de fabrication. Selon **Stiegler(2003)**, dans l'industrie agroalimentaire la fréquence des aliments contaminés par *Salmonella* est élevée. Pour cela un contrôle a été effectué au niveau de la laiterie « DDA » et les résultats obtenus montrent l'absence de salmonelles sur tous les sites inspecté, avant et après le nettoyage ce qui démontre la conformité de la matière première (lait), la bonne pasteurisation et l'efficacité des procédures de nettoyage et désinfection appliquées.

V. Les analyses des eaux

Les résultats de l'analyse microbiologique de l'eau utilisé pour le poudrage et celle utilisée pour le nettoyage (**figure 23**), montrent respectivement une charge de 28 colonies et 63 colonies de la flore totale à 22°C ; 55 et 86 colonies de la flore totale à 37°C ; 4 et 3 colonies des coliformes fécaux ; 3 et 5 des colonies de levures, 3 et 4 colonies de moisissures, avec l'absence des autres flores.

On remarque que ces deux eaux micro filtrées ont présenté une charge microbienne presque identique. Cette contamination serait due à l'absence d'une stérilisation et à l'insuffisance du pouvoir filtrant qui laisse passer certaines bactéries.

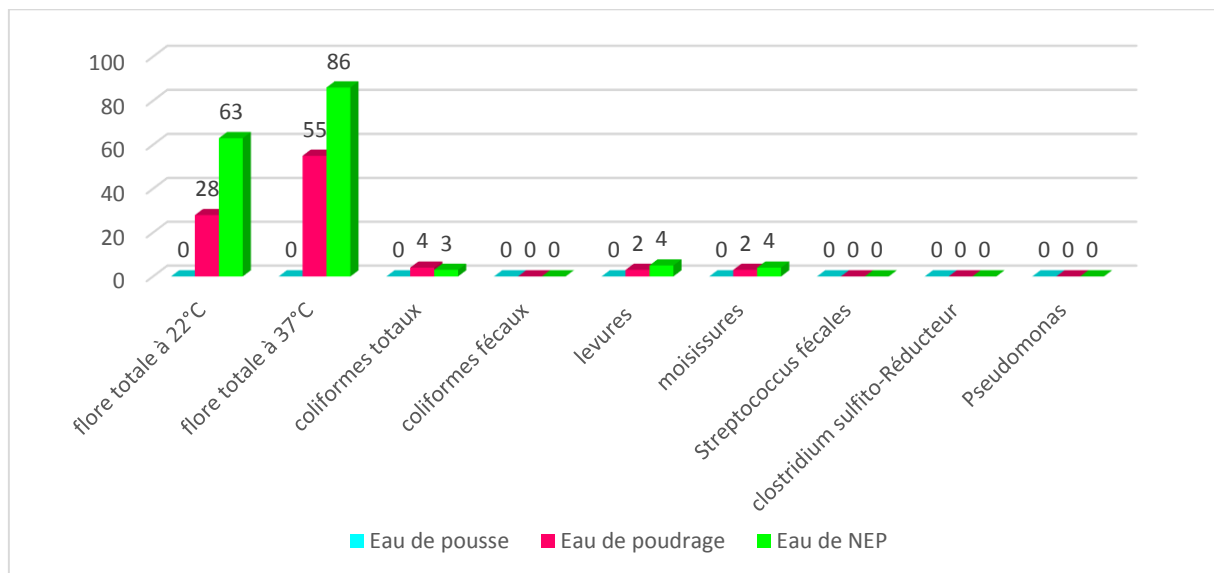


Figure 23 : Résultats des analyses de l'eau de pousse, eau de poudrage et l'eau utilisée pour le nettoyage en place (NEP).

L'eau de pousse qui est en contact avec le produit, est censée être stérile. Les résultats des analyses microbiologiques de cette eau indiquent une absence de toutes les flores dénombrées (flore totale, coliformes...), cela prouve la stérilisation de cette eau réalisée par deux microfiltres efficaces, un à 1 µm suivi d'un autre à 0,2 µm.

Ces filtres sont stérilisés une fois par semaine par la vapeur à une température de 120°C/20 min.

VI. Air ambiant

La survie de la flore fongique présente dans un atelier particulier dépend des conditions environnementales qu’offre ce milieu. Selon **Délaras (2007)**, la fréquence et les points de contrôle, de l’air ambiant, peuvent être définis selon les plans d’échantillonnage normalisés ou selon les procédures d’assurance.

Dans cette étude, les prélèvements de l’air ambiant sont effectués à l’intérieur de l’atelier auprès de la conditionneuse du yaourt étuvé

Les résultats obtenus (**figure 24**) montrent la présence d’une charge **>15UFC/ml** de levures (**12colonies**), de moisissures blanches (**10colonies**) et de moisissures vertes (**4colonies**).

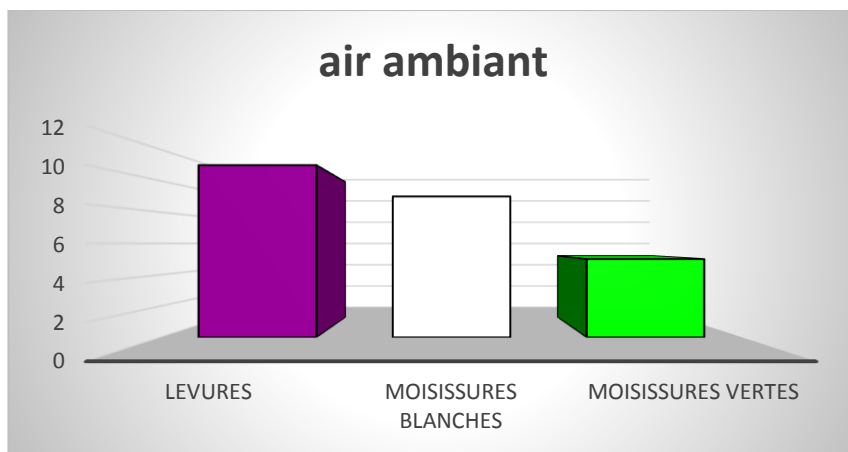


Figure 24 : Résultats du dénombrement des levures et des moisissures présentes dans l’air ambiant de l’atelier 1 près de la conditionneuse du yaourt étuvé.

Conclusion

Le stage effectué au niveau de la laiterie Danone Djurdjura Algérie « DDA », nous a permis d'avoir une idée sur les principales étapes de la chaîne de fabrication des produits laitiers et sur les différentes flores qui peuvent coloniser un atelier de fabrication de yaourt, d'apprendre les techniques de prélèvements et d'acquérir beaucoup de compétences sur les méthodes d'analyse.

Les analyses sont effectuées sur les différents sites constituant la chaîne de fabrication du yaourt et cela avant et après les procédures de nettoyage et/ou de désinfection. De plus l'eau de pousse, de poudrage et de nettoyage ainsi que l'air ambiant. Ont fait l'objet d'une analyse microbiologique en parallèle.

La lecture et l'interprétation des résultats obtenus nous a permis de conclure ce qui suit :

Présence d'une charge microbienne importante au niveau du tank lait cru avant le nettoyage caractérisée respectivement selon la charge par les bactéries lactiques, entérobactéries, flore totale mésophile, *staphylococcus aureus*, coliformes totaux, coliformes fécaux, flore totale thermophile, entérocoques, la flore fongique. Nous notons cependant l'absence des salmonelles, de la flore sporulée, (*Bacillus* et *Clostridium*) et de *Listeria monocytogenes*.

Les flores mises en évidence sont ensuite éliminées ou réduites par l'effet de la pasteurisation.

Après la procédure de nettoyage et désinfection, les analyses montrent une réduction remarquable du nombre de bactéries ou une élimination de certaines flores selon le type de nettoyage et/ou de désinfection réalisés sur les différents sites de prélèvements, cela prouve et atteste de l'efficacité de ces deux procédures.

Par rapport aux résultats de l'analyse d'eau, on note que celle utilisée pour le poudrage et celle du nettoyage présentent des charges microbiennes importantes par rapport à la flore totale, coliformes totaux et la flore fongique. Nous constatons par-là, l'absence des coliformes fécaux, clostridium et *Pseudomonas*. Comme nous notons aussi que l'eau de pousse est dépourvue de tous ces microorganismes.

Concernant l'air ambiant, les résultats obtenus montrent qu'il est plus chargé par des levures que par des moisissures.

Devant ce constat, Il serait nécessaire d'interpeller les responsables de l'unité et plus particulièrement celui chargé de l'hygiène des installations de veiller aux bonnes pratiques d'hygiène et d'instaurer de règles de nettoyage et de désinfection stricte afin de garantir la salubrité des produits et d'éviter tout défaut de fabrication.

Pour cela et afin d'obtenir un produit de bonne qualité bactériologique conformément aux normes nationales et internationales, il est nécessaire de suivre ces recommandations :

- respecter la marche en avant.
- analyser fréquemment les surfaces internes des équipements dédiés à la production du yaourt pour s'assurer et garantir continuellement la salubrité et la propreté de tous les contenants de la chaîne de production.
- éviter la stagnation des eaux perdues sur le sol, les murs et les équipements dans un atelier de production pour éviter la prolifération des moisissures.
- procéder périodiquement selon un calendrier tracé aux opérations de désinfection de l'air ambiant aux fins de parer à tous risques de contamination de l'espace de travail, sans pour autant attendre qu'un problème survienne pour agir.
- recommander à l'éleveur de veiller à réduire le niveau de contamination du lait cru par de bonnes pratiques d'hygiène.
- utiliser l'alcool titré à 72° pour la désinfection qui se montre plus efficace qu'à celui titré à 90°.

Perspectives :

- faire plus de prélèvement au niveau des différents équipements à moment donné et à intervalles réguliers.
- vérifier les méthodes de prélèvement pour mieux caractériser la flore résidente de l'atelier.
- cibler d'autres ateliers que celui du yaourt (ex : fromage « Danino »).
- Rechercher ou dénombrer d'autres flores qu'on a pas pu faire durant l'étude.
- Réaliser des désinfections tout au long de la chaîne du processus de production du yaourt.

Références bibliographiques

A

Abdallah FB, Chaieb K, Zmantar T, Kallel H et Bakhrouf A. (2009). Adherence assays and slime production of *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio parahaemolyticus*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 394 - 398.

Abdussalam M et Grossklaus D. (1991) .Les maladies d'origine alimentaires. Santé du Monde OMS : -18-20p.

AFSCA. (2002). Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire.

Aggad H., Bridja M., Aek B., Benaoual M., Djebli A. (2010). Some quality aspects of pasteurized milk in Algeria. *World J. Dairy Food Science*.**5**, 21-24.

Agricole DGDP et Des Territoires AE. (2012). ministere de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

Anonyme. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : alimentation et nutrition. 28.

Avezard C. (1980). Modes de recombinaison. In : les laits reconstitués : leurs utilisations. APRIA. p 37-62.

Azele F. (1984). Bactériologies médicale, à l'usage des étudiants en médecine.- 12 em éd.- Paris: L. et C.- 319p.

B

Bensoltane A, Mousa-Boudjemâa B, Tornadijo E, Fresno JM et Kihal M. (2004). Actividad antimicrobiana de bacterias lácticas sobre *Listeria monocytogenes*. *Alimentaria*, (355), 11-16.

Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. (1988). Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc. Lavoisier. pp : 201-215.

Bornert, G. (2000). Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.*, 151(11), 1003-1010.

Boubchir-ladj K. (2004). Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam d'Akbou. Mémoire de Magister : Sciences biologiques. Biochimie appliquée et biotechnologies. Université de Tizi-Ouzou. pp: 86.

Boudier JF. (1990). Produits frais. In laits et produits laitier. Vache- brebis-chèvre. Luquet, F.M. (Eds) Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 35-66.

Boutin-Forzano S. (2006). Moisissures domestiques, Mycotoxines et risques sanitaire. Environnement, risque et santé 5 Suppl,5 :S 389-389.

Brisabois A, Lafarge V, Brouillaud A, De Buyser ML, Collette C, Garin-Bastuji B et Thorel MF. (1997). Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 16(1), 452-471.

C

CAC R. (2003). Recommended international code of practice: General principles of food hygiene. Official Codex Alimentarius Standard, 1-1969.

Cerf O. (2002). Risques bactériens liés aux produits laitiers. *Revue Française des Laboratoires*, N°(348), 67-69.

Characklis WG, Mcfeters G A et Marshall KC. (1990). Physiological ecology in biofilm systems. *Biofilms*, 37, 67-72p.

Cherry G. (1980). Les laits reconstitués. In : Les laits reconstitués : leurs utilisations. APRIA. 63-85 p.

Clausen EM, Green BL et Litsky W. (1977). Fecal streptococci: indicators of pollution. Dans: Hoadley, AW et BJ Dutka, édit., Bacterial Indicators/Health hazards associated with water. American Society for Testing and Materials, ASTM STP 635, pp: 247-264.

CODEX ALIMENTARIUS. (1975). Normes n°A 11(A).- Rome : FAO/OMS.- 86p

Costerton JW et Lappin-Scott HM. (1995). Introduction to microbial biofilms. *Microbial biofilms*, 1-11p.

Cuq JL. (2007). Microbiologie Alimentaire, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires. *Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc*, 103-104.

Czechowski, M. H., & Rapp, C. (1990). Cleaning and sanitation. *Australian journal of dairy technology*, 45(1), 38-39.

D

Damikouka I, Katsiri A et Tzia K. (2005). Application of HACCP principles in drinking water. In Proceeding of the 9 th International Conference on Environmental Science and Tecnology-Rhodes island, Greece (pp. 1-3).

De Buyser ML. (1996). Les staphylocoques coagulase-positifs. *Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, chapitre, 6, 305-312.*

Délaras C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Ed Tec et lavoisier. Paris. 476p.

Dieng M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois Th. *Méd. Vét., Dakar, (10), 91.*

Donlan RM. (2002). Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerging Infectious Diseases, 8(9), 881 e 890, Centers for Disease Control and Prevention.*

E

Ercolini D, Russo F, Nasi A, Ferranti P et Villani F. (2009). Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and environmental microbiology, 75(7), 1990-2001.*

G

Gerstel U et Römling U. (2001). Oxygen tension and nutrient starvation are major signals that regulate agfD promoter activity and expression of the multicellular morphotype in *Salmonella typhimurium*. *Environmental Microbiology, 3(10), 638 e 648.*

Gleeson C et Gray N. (1997). The coliform index and waterborne disease. E & FN Spoon. 194p.

Gosta Bylund. (1995). Dairy processing handbook. Tetra Pak Processing systems AB S-221 86 Lund, Sweden.

Gueret, P., Cerf, O., Carlier, V., Jouve, J. L., & Pourquoi, J. Modélisation de la croissance microbienne et gestion de la sécurité sanitaire des aliments.

Guillemot G, Vernhet A, Lorthois S, Schmitz P et Mercier Bonin M. (2006). Mécanismes biologiques et physiques impliqués dans l'adhésion de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur l'acier inoxydable.

Guillemot G. (2006). Compréhension des mécanismes à l'origine de l'adhésion de *Saccharomyces cerevisiae* sur acier inoxydable – implication 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.

Guiraud JP. (2003). Destruction et élimination des micro-organismes. Agent antimicrobiens.in : Microbiologie alimentaire. Edition : RIA, Dunod.652p.

Guiraud JP et Rosec JP. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR. 95p.

Guiraud J et Galzy P. (1980). L'Analyse microbiologique dans les industries alimentaires : Nouvelles tirage, Paris, Les éd. de l'usine, 240p.

H

Haeghebaert S, Le Querrec E, Gallay A, Bouvet P, Gomez M et Vaillant V. (2000). Les toxi-infections alimentaires collectives en France. Bull. Epidemiol. Hebd.

Hermier et Accolas. (1990).Tech d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. Edition APRIA p 345-352.

Hermier J, Lenoir J et Weber F. (1992). Les groupes microbiens d'intérêt laitier. Edition CEPIL, paris.

K

Kauffmann-Lacroix C, Bousseau A, Dalle F, Brenier-Pinchart MP, Delhaes L, Machouart M, ... et Toubas D. (2008). Surveillance mycologique de l'eau pour la prévention des mycoses invasives dans les établissements de santé : Propositions de standardisation des méthodologies. *La Presse Médicale*, 37(5), 751-759.

Khamisse E. (2012).Etude du microbiote susceptible de persister sur les surfaces d'un atelier de la filière viande bovine. Thèse de doctorat de sciences de la vie et santé. Institut des sciences et technologies Paris Tech, 224p .

Kolter R et Greenberg EP. (2006). Microbial sciences: the superficial life of microbes. *Nature*,441 (7091), 300-302.

Kostnic. M, Specht. I, Edward. V.A, Pinto. C, Egounlety. M, Sossa. C,Mbougua. S, Dortu.C, Thonart. P,Aldjaardl .T, M. Mengu,C.M.A.P. Franz, W.H ,Holzapfel,(2006).Characterisation and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures.p133-137.

L

Labioui H, Elmoualdi L, Benzakour A, El Yachioui M, Berny EH et Ouhssine M. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16. Lait.78p.

Laithir C. (2011). Microflore du lait cru. Cnaol, 19- 20.

Lappin-Scott, H.M., Costerton, J.W., (1989). Bacterial biofilms and surface fouling. Biofouling 1, 323–342.

Lamontagne M. (2002). Produits laitiers fermentés. In : Science et technologie du lait : transformation du lait. Coord. : VIGNOLA C.L. Montréal (Québec) : Fondation Technologie Laitière du Québec inc. 600 p. ISBN 2-553-01029-X.

Larpen JP. (1997). Analyse des croûtes de fromage. *Microbiologie Alimentaire». Technique et Documentation, 1ère éd., Lavoisier, Paris. [www. extpdf. com/microbiologie-alimentaire-techniques-de-laboratoire-jp-larpen-1997-pdf. html](http://www.extpdf.com/microbiologie-alimentaire-techniques-de-laboratoire-jp-larpen-1997-pdf.html).*

Larpen JP. (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.

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

Lemoine, (1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed I.S.P n°4 p 125-127.

M

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

N

Nilsson RE, Ross T et Bowman JP. (2011). Variability in biofilm production by *Listeria monocytogenes* correlated to strain origin and growth conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 150(1), 14 e 24, Elsevier B.V.

Note de service DGAL/SDSSA/2014-599 du 21/07/2014 Dispositif national de paiement du lait en fonction de sa composition et de sa qualité et gestion des paramètres sanitaires du lait.

Nurgin Memisi, Slavica Veskovic Moracanin, Milan Milijasevic, Jelena Babic et Dragutin Djukic. (2015). CIP cleaning processes in the dairy industry. *Procedia Food Science* 5:184 – 186.

P

Plusquellec A. (1980). Le contrôle des matières premières et des produits : laits et produits laitiers dans techniques d'analyses et de contrôle dans les IAA, Vol. 3, Paris, Tec. & Doc.

R

Robinson RK et Tamime AY. (1990). Microbiology of fermented milks. In *The Microbiology of Milk Products Dairy Microbiology* (vol. 2), Robinson RK (Ed). Els.: London; 291–343.

S

Saana M. (1994). Listériose et contamination du lait et des produits dérivés du lait. *Point vét.*, 26, 69-78.

Savadogo A, 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), 2057-2075.

Mahaut M, Schuck P, Brulé G, Jeantet R et. (2000). Les produits industriels laitiers. *Tec & Doc, Paris.*

Semasaka G. (1986). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar (Sénégal). Thèse de docteur vétérinaire. Ecole inter états des sciences et médecine vétérinaires. Université de Dakar. pp :105-144.

Simões M, Simões LC et Vieira MJ. (2010). A review of current and emergent biofilm control strategies. *LWT-Food Science and Technology*, 43(4), 573-583.

Sodini C et Béal I. (2008). Fabrication des yaourts et des laits fermentés.

Sokunrotanak Srey, Iqbal KabirJahid et Sang-Do Ha.(2013). Biofilm formation in food industries: A food safety concern, *Food Control* Volume 31, Issue 2. P 572–585.

Stiegler V. (2003). les méthodes de détection de salmonelles dans l'agro-alimentaire. Thèse de doctorat des Sciences Vétérinaires Université.

T

Tchamba CN. (1982). caractérisation de la flore lactique des laits fermentés artisanaux au Sénégal: cas de la zone des niayes (doctoral dissertation, université cheikh anta diop de dakar).

V

Veisseyre R. (1975). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris.

Vignola C. (2002). Science et technologie du lait éd. Presses internationales.

Vilain A C. (2010). Qu'est-ce que le lait. *Revue française d'allergologie*.50, 124–127.

W

Waes G. (1973). Les streptocoques D dans le lait cru réfrigéré. *Le lait international dairy journal* 528.pp :520-528.

Walker E et Jones N. (2002). An assessment of the value of documenting food. Safety in small and less developed catering businesses. *Food Control*,13 (4-5), 307-314p.

Watnick P et Kolter R. (2000). Biofilm, city of microbes. *Journal of bacteriology*, 182(10), 2675-2679.

Weng X, van Niekerk J, Neethirajan S, Warriner K. (2016). Characterization of antimicrobial efficacy of photocatalytic polymers against food-borne biofilms. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 1-7.

Y

Yahaya Sylla. (2011). Nettoyage en place des lignes agro-industrielles : Etude cinétique d'élimination des biofilms négatifs au sein des installations fermées dans les industries agroalimentaires. Thèse de Doctorat de Génie des procédés. L'Institut des sciences et Industrie du vivant et de l'environnement (Agro Parce Tech) 124p.

Yi-Hei Sun et Oskerman HW. (2004). A review of the need and current applications of Hazard Analysis and critical control food (HACCP) System in foodservice areas 62-66p.

I. Historique

Le groupe Danone fait partie des grandes entreprises alimentaires dans le monde. Créé en 1919, il est dédié à la production de produits laitiers frais, l'eau minérale, et les aliments infantiles.

Le terme « Danone » fait référence aux premiers yaourts qu'Isaac Carasso a lancé en Espagne. "Danon" était le surnom du fils d'Isaac Carasso. Le 15 octobre 2001, l'entreprise française s'est investie en Algérie en s'associant avec la laiterie Djurdjura qui se situe à la zone industrielle Taharacht (Akbou, W. Béjaia) sous le nom Danone Djurdjura Algérie (DDA). Actuellement elle occupe et contrôle 95% du total des actions.

Cette dernière produit plusieurs marques de yaourts ou de préparations lactières comme Danaos, Danino et Activia, yaoumi, Danette, ... et dispose de distributeurs exclusifs et points de ventes officiels situés dans plusieurs villes du pays.

II. Présentation des ateliers de production de Danone Algérie

II. 1. Atelier procès

- **Magasin tampon :** où se trouvent tous les ingrédients nécessaires en quantité suffisante pour les besoins d'une production de 24 h (sucre, amidon, poudre de lait...).
- **Salle de poudrage :** où se réalise un mélange de quantités proportionnelles de poudre de lait, sucre et eau de poudrage, par un système automatique constitué d'un mélangeur (tri blinder) relié par une tuyauterie au tank de reconstitution formant ainsi un système à circuit fermé.
- **Salle de stockage de ferments lactiques :** les ferments utilisés sont spécifiques à chaque produit et ils sont stockés dans des congélateurs à une température de -45°C .
- **Salle procès :** meublée des échangeurs thermiques, pasteurisateurs, stérilisateur, tank de stockage de la crème, linge de poudrage (tuyauterie en inox qui forme un circuit fermé entre le mélangeur et le tank de poudrage), tank production dessert noir (TPDN), tank production dessert blanc (TPDB), milieu injection ferment (MIF).
- **Salle de contrôle :** dotée d'un équipement informatisé permettant un contrôle télécommandé du fonctionnement, du dosage et de la surveillance étroite du processus de production.

- **Laboratoire procès** : assure le contrôle physico-chimique instantané des produits semi-finis et finis par les méthodes classiques ou à l'aide de deux automates conçus à cet effet : « Food scan » pour les produits visqueux et « FT120 », de marque Foss, pour les produits liquides qui mesure le taux en protéines, extrait sec, lactose, et la matière grasse d'un produit en moins d'une minute (rapide et fiable).

II. 2. Atelier de production

- **Atelier 1** : équipé de différentes conditionneuses conçues pour la production des yaourts étuvés (Yaoumi, Activia, Mini Prix), du dessert lacté (Danette) et du jus lacté (Danao).
- **Atelier 2** : équipé de différentes conditionneuses conçues pour la production des yaourts brassés (Activia au fruit, Danino à boire, Activia Drink, Danu'p), de lait fraise « mini prix mixy », fromage frais « Danino ».

Par contre, les tanks lait cru (TLC), tank yaourt étuvé (TYE), tank lait écrémé (TLF), tank stockage Danao (TSD) et tank maturation brassé (TMB) sont localisés à l'extérieur des ateliers.

III. Contrôle qualitatif des produits

Le contrôle de la qualité bactériologique des produits laitiers s'effectue au niveau du laboratoire *in situ* de l'usine de production Danone, dont la nature des analyses se porte généralement sur la recherche des coliformes, entérobactérie, flore totale et levures et moisissures. Par contre, la recherche des bactéries à caractère pathogène est confiée au laboratoire privé ANALAB localisé à environ 700 m de l'unité de production avec lequel une convention de prestation de service est contractée.

IV. Présentation du laboratoire ANALAB

Le laboratoire ANALAB est un établissement privé opérationnel depuis mai 2007, spécialisé dans l'analyse alimentaire et contrôle de qualité, il occupe une superficie de 120 m². Il se situe à la commune d'Akbou « Thaharacht » à 700 m de l'unité Danone. Ce laboratoire est agencé en quatre sections : salle d'accueil, salle microbiologique, salle physico-chimique et préparation des milieux de cultures et salle d'étuvage dont les tâches sont assurées par un personnel qualifié formé de huit microbiologistes.

Tableau I Résultats des analyses microbiologiques du tank lait cru (TLC) avant et après le nettoyage

Flore dénombrée ou recherchée	Nombre (UFC/ml) (Avant le nettoyage)			Nombre (UFC/ml) (Après le nettoyage)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Flore totale à 30°C	7,4 10 ⁴	5,8 10 ⁴	3,4 10 ⁴	15	08	11
Flore totale à 55°C	40	26	19	00	00	00
Coliformes totaux	1,5 10 ²	90	2,2 10 ²	00	00	00
Coliformes fécaux	90	32	57	00	00	00
Entérobactéries	1,5 10 ⁶	1,4 10 ⁶	1,5 10 ⁶	03	01	00
Streptocoques lactiques	1,1 10 ⁶	1,1 10 ⁶	2,0 10 ⁶	00	00	00
Lactobacilles	9,7 10 ⁶	7,6 10 ⁶	5,0 10 ⁶	02	00	00
Levures	48	34	14	00	00	00
Moisissures	03	07	01	00	00	00
Entérocoques	38	42	29	00	00	00
<i>Staphylococcus aureus</i>	5,2 10 ³	1,8 10 ²	93	04	00	02

Tableau II Résultats des analyses microbiologiques du pré-pasteurisateur avant et après nettoyage

Flore dénombrée ou recherchée	Nombre (UFC/ml) (Avant le nettoyage)			Nombre (UFC/ml) (Après le nettoyage)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Flore totale à 30°C	48	64	51	03	00	00
Flore totale à 55°C	01	03	00	00	00	00
Coliformes totaux	01	12	09	00	00	00
Coliformes fécaux	02	00	04	00	00	00
Entérobactéries	06	11	02	00	00	00
Streptocoques lactiques	12	07	14	00	00	01
Lactobacilles	05	07	11	00	00	00
Levures	03	01	00	00	00	00

Tableau III Résultats des analyses microbiologiques du tank de stockage de la crème (TSC) avant et après nettoyage

Flore dénombrée ou recherchée	Nombre (UFC/ml) Avant le nettoyage			Nombre (UFC/ml) Après le nettoyage		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Flore totale à 30°C	42	38	19	01	03	00
Flore totale à 55°C	01	00	00	00	00	00

Tableau IV Résultats des analyses microbiologiques du tank de lait écrémé (TLE) avant et après nettoyage

Flore dénombrée ou recherchée	Nombre (UFC/ml) Avant le nettoyage			Nombre (UFC/ml) Après le nettoyage		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Flore totale à 30°C	3,5 10 ⁴	5,3 10 ⁴	1,5 10 ⁵	00	00	01
Flore totale à 55°C	24	19	12	02	00	00
Coliformes totaux	01	00	00	00	00	00
Entérobactéries	04	00	00	00	00	00
Streptocoques lactiques	06	10	02	00	00	00
Lactobacilles	04	01	00	00	00	00

Tableau V Résultats des analyses microbiologiques du tank stockage yaourt étuvé (TYE) avant le nettoyage et désinfection

Flore dénombrée ou recherchée	Nombre (UFC/ml) Avant le nettoyage		
	R1	R2	R3
Streptocoques lactiques	8,1 10 ⁵	7,4 10 ⁵	6,7 10 ⁵
Lactobacilles	71	78	65

Tableau VI Résultats des analyses microbiologiques du réchauffeur avant nettoyage et désinfection

Flore dénombrée ou recherchée	Nombre (UFC/ml) Avant le nettoyage		
	R1	R2	R3
Streptocoques lactiques	32	28	41
Lactobacilles	15	13	17

Tableau VII Résultats des analyses microbiologiques de la conditionneuse (extérieur des doseurs avant et après nettoyage et désinfection)

Flore dénombrée ou recherchée	Nombre (UFC/ml) Avant le nettoyage			Nombre (UFC/ml) Après le nettoyage et désinfection		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Flore totale à 30°C	52	36	47	00	00	00
Streptocoques lactiques	18	15	11	00	00	00
Lactobacilles	05	07	03	02	01	00

Tableau VIII Résultats des analyses microbiologiques de la conditionneuse (intérieur des doseurs) avant et après le nettoyage et désinfection

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml) Avant le nettoyage			Nombre (UFC/ml) Après le nettoyage et désinfection		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Flore totale à 30°C	63	54	69	00	00	00
Lactobacilles	39	28	36	04	02	00
moisissures	14	07	19	00	00	00

Tableau IX Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de poudrage

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)		
	R1	R2	R3
Flore totale à 22°C	34	22	29
Flore totale à 37°C	50	48	67
Coliformes totaux	04	06	02
Levures	01	03	02
Moisissures	04	01	01




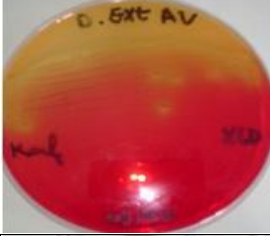



Tableau X Résultats des analyses microbiologiques de l'eau utilisée pour le NEP



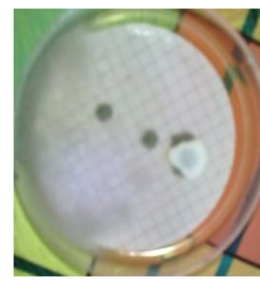

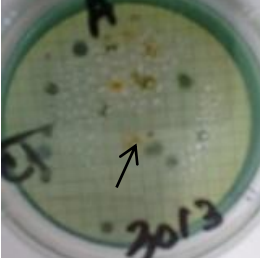

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)		
	R1	R2	R3
Flore totale à 22°C	69	72	48
Flore totale à 37°C	92	81	86
Coliforme totaux	03	04	01
Levures	01	07	03
Moisissures	04	00	00

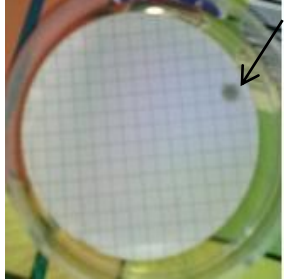



Tableau XI Résultats du dénombrement de la flore fongique présente dans l'air ambiant dans l'atelier 01 auprès de la conditionneuse du yaourt étuvé

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)				
	R1	R2	R3	R4	R5
levures	12	13	12	6	11
Moisissures blanches	2	9	15	10	8
Moisissures vertes	13	4	2	2	6

Tableau XII: photos de certains des résultats déduits lors de l'inspection des surfaces, d'eau et de l'air :

<p>Résultat des coliformes totaux sur milieu sabouraud au chloramphénicol pour l'analyse d'eau de nettoyage (NEP).</p>	
<p>Résultat de confirmation sur milieu Bcpl de l'absence des coliformes fécaux dans l'eau de pousse, l'eau de poudrage et l'eau de nettoyage (NEP)</p>	
<p>Les résultats des coliformes fécaux sur bouillon Bcp déduits de l'analyse du tank lait cru (TLC) et du pré-pasteurisateur → virage de couleur + dégagement de gaz</p>	
<p>Résultat des analyses de la recherche des salmonelles sp sur milieu XLD au niveau des doseurs montre l'absence de ces dernières</p>	
<p>Résultat des analyses de la recherche des salmonelles sur milieu hektoen au niveau des doseurs, montre l'absence de ces dernières</p>	
<p>Résultat de la recherche des <i>clostridium-sulfito-reducteur</i> sur milieu VF dans l'eau de poudrage et cela donne une absence</p>	
<p>Les résultats de l'absence des <i>clostridium-sulfito-reducteur</i> sur milieu VF déduits de l'analyse de la surface interne du tank lait cru (TLC), du pré-pasteurisateur et du pasteurisateur</p>	

<p>Les résultats qui dévoilent la présence des <i>staphylococcus aureus</i> sur milieu Baird-parker soustraits de l'analyse du tank lait cru (TLC) des colonies noir avec des halos opaques autour</p>	
<p>Les résultats qui dévoilent la présence des staphylocoques sur milieu BEA déduits de l'analyse du tank lait cru (TLC) : présence des colonies noir et noircissement du milieu qui est du à l'hydrolyse de l'esculine en glucose et en esculine par la présence des ions ferriques apportés par le citrate de fer</p>	
<p>Résultat montrant la présence des moisissures dans l'eau de nettoyage : 4moisissures vertes et une levure</p>	
<p>résultat de l'absence des entérocoques sur milieu SLANETZ déduits de l'analyse d'eau de nettoyage(NEP)</p>	
<p>Résultat des coliformes totaux ressortis après l'analyse d'eau de poudrage</p>	
<p>Le résultat qui dévoile la présence des entérocoques sur milieu VRBG soustraits de l'analyse du tank lait cru (TLC)</p>	

<p>Résultat qui montre la présence d'une moisissure dans l'eau de poudrage sur milieu saboraud → présence d'une moisissure</p>	 A petri dish containing a white, grid-patterned agar medium. A small, dark, fuzzy spot of mold is visible on the surface, indicated by a black arrow pointing from the top right towards the center.
<p>Le résultat qui dévoile la présence des coliformes fécaux sur milieu VRBL après l'analyse du tank lait cru (TLC)</p>	 A petri dish with a pink agar medium. Numerous small, dark, pinpoint-sized colonies are scattered across the surface. Handwritten labels in black ink are visible, including 'P3', 'A.V.', and 'VRBL'.
<p>Le résultat qui dévoile la présence des coliformes totaux sur milieu VRBL après l'inspection du tank lait cru (TLC)</p>	 A petri dish with a pink agar medium. The surface is densely covered with small, dark, pinpoint-sized colonies. Handwritten labels in black ink are visible, including 'P3', 'A.V.', and 'VRBL'.
<p>Le résultat qui montre la présence des bactéries lactique sur milieux MRS</p>	 A petri dish with a yellowish, opaque agar medium. The surface shows a dense, confluent growth of bacteria. Handwritten labels in black ink are visible, including '101', 'MRS', and 'MRS'.

I. Traitement des eaux en DDA :

La laiterie Danone Djurdjura Algérie puise son eau au niveau de trois (03) forages qui sont situés à 6 Km de l'usine (Hellouene, Ighzer-Amoukrane). L'eau utilisée pour le poudrage et le traitement des produits laitiers doit être potable et correspondre aux normes internationales définies par l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'eau de consommation.

I. 1. Equipement de traitement

- 04 filtres à sable
- 02 adoucisseurs.
- 04 osmoseurs
- 02 filtres à charbon actifs.
- 03 microfiltres de 1 micron

I. 2. Etapes de traitement

- **Filtration** : la première étape de du traitement d'eau est la filtration à travers les filtres à sable dans le but d'éliminer les particules en suspension.
- **Séquestration** : c'est le pré-adoucissement qui a pour but de protéger la membrane semi perméable des osmoseurs du colmatage prématuré, complexes qui agissent sur les ions Ca^{++} , Na^{+} et Mg^{+} qui se combinent et forment des composés insolubles, l'eau sort avec un TH (titre Hydrométrique=dureté totale de l'eau) de 25°F au maximum.
- **Osmose inverse** : cette opération se fait par pompage de l'eau avec une pression légèrement supérieure à la pression osmotique dans un tube sous forme d'une spirale qui possède une membrane semi-perméable, elle a pour but d'éliminer les molécules de masse moléculaire très faible (200 à 300 daltons), les sels, les microorganismes et les matières organiques qui se trouvent dans l'eau et son TH après l'opération est d'environ 0,5°F.
- **Mitigeage** : c'est le mélange de 1/3 de l'eau brute filtrée (1 μm) avec 2/3 de l'eau osmose pour avoir une minéralisation équilibrée et une eau de 8 à 10°F.
- **Chloration** : est un traitement bactéricide et virucide utilisant le chlore.
- **Filtration sur charbon actif (adsorption)** : c'est la fixation des molécules de gaz par le charbon actif, pour éliminer la couleur (décoloration), l'odeur et les micropolluants organiques.

- **La microfiltration** : c'est une filtration de sécurité (1 μm) pour éliminer toutes les traces de charbon actif et constitue la dernière étape qui donne l'eau de process, utilisée directement dans la préparation des produits.

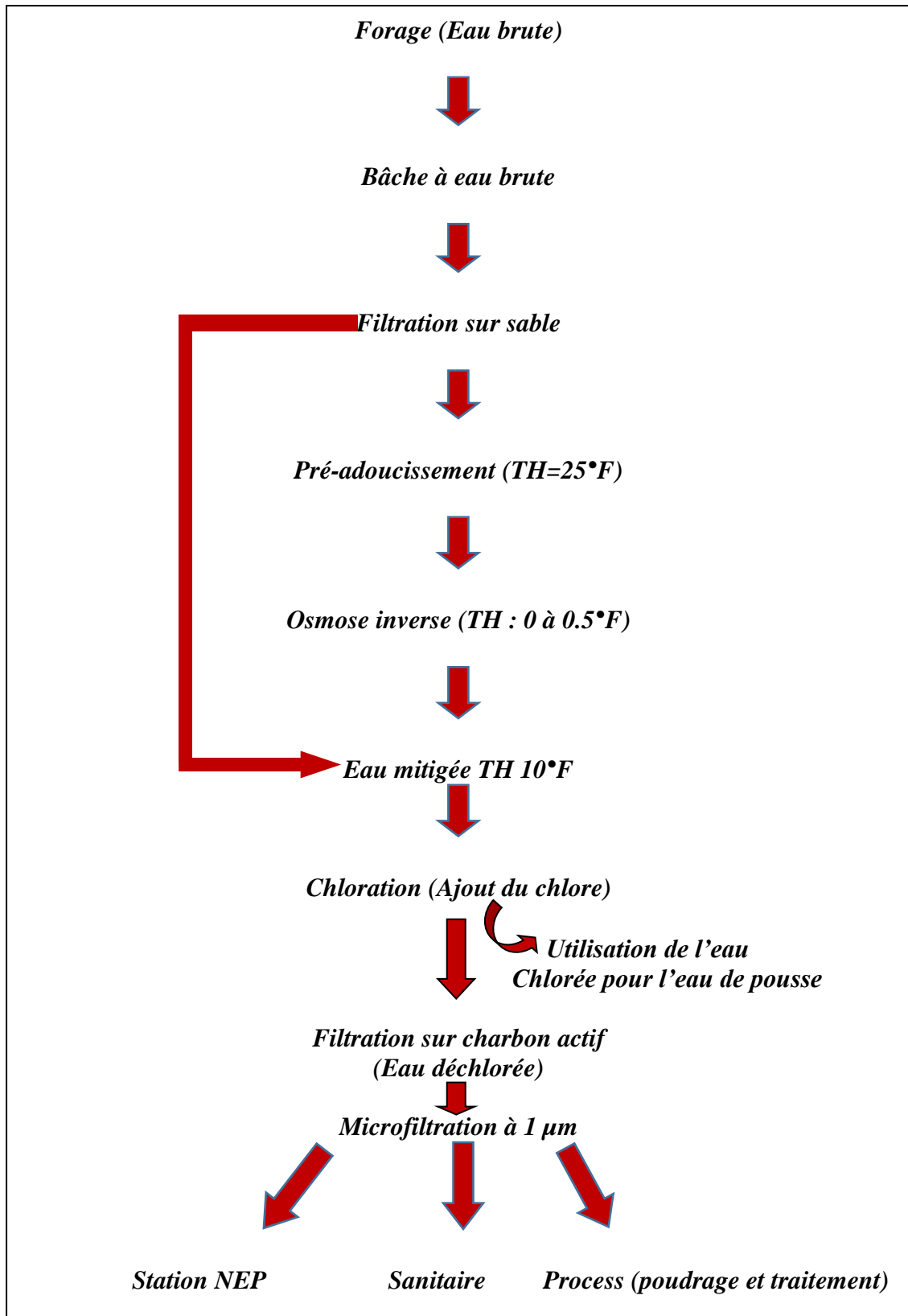


Figure 01 : Schéma général de la station du traitement des eaux de l'unité DDA

I. Nettoyage des équipements

Autrefois, le nettoyage est effectué par démontage des équipements de fabrication pour atteindre les surfaces, ceci était inefficace et le produit était souvent réinfecté par l'équipement mal nettoyé. Pour assurer un nettoyage hygiénique et afin d'atteindre de bons résultats dans le nettoyage et la désinfection, un système de nettoyage en place (NEP) qui est adapté aux différentes parties de l'usine et des équipements de production a été mis en point (Nurgin et al., 2015)

I. 1. Equipement nécessaire : une station de nettoyage en place

Le principe de fonctionnement d'une station « NEP » est le suivant : les solutions de nettoyage sont soutirées des cuves par les lignes d'envois, circulent dans l'installation (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. Un schéma de principe d'une station NEP centralisée à sanitation thermique et récupération d'eaux blanches est donné sur la figure (Nurgin et al., 2015).

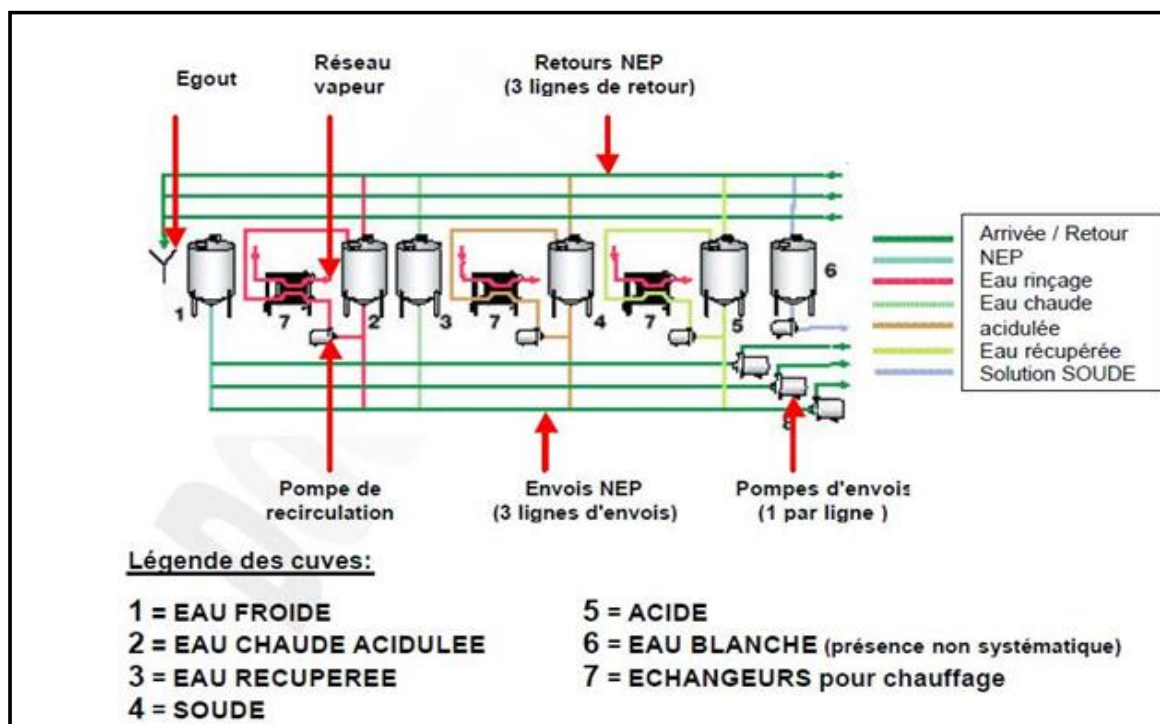


Figure 02 : Schéma de principe d'une station NEP centralisée à sanitation thermique et récupération d'eaux blanches. Programme de nettoyage : **1.** Rinçage (cuve 3), **2.** Traitement

à la soude (cuve 4), **3.** Rinçage intermédiaire (cuve 1), **4.** Traitement acide (cuve 5), **5.** Rinçage final (cuve 5), **6.** Désinfection thermique ou chimique (cuve 2).

I. 2. Procédure de nettoyage en DDA :

I. 2. 1. Nettoyage long : c'est une opération pratiquée après chaque production et qui varie en fonction des situations.

- **Première étape : Premier rinçage :** consiste en un passage d'une eau propre à une température ambiante pour éliminer toute trace résiduelle du produit.
- **Deuxième étape : Phase soude :** consiste en un passage en circuit fermé d'une solution de soude caustique à une concentration comprise entre **1,5** et **02 %** à une température allant de **80** à **85°C**, suivi d'un rinçage intermédiaire à l'eau propre pour éliminer toute trace de soude.
- **Troisième étape : Phase 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** suivi d'un rinçage intermédiaire à l'eau propre pour éliminer toute trace d'acide. Le lavage à l'acide est recommandé au moins une fois par semaine
- **Quatrième étape :** consiste en un passage en circuit fermé d'une eau chaude à **95°C**, acidulée à des pH compris entre **2,5** et **3,5**.

I. 2. 2. Lavage court : c'est une opération intermédiaire entre deux lavages longs, elle suit toutes les étapes de nettoyage sauf celle qui a trait à l'utilisation de la solution acide.

I. 3. Désinfection

L'objectif de la désinfection est de détruire les microorganismes qui seraient encore présents après l'opération de nettoyage (la désinfection complète l'élimination des microorganismes commencée lors des étapes de nettoyage), et donc obtenir le niveau souhaité de propreté bactériologique. Ce niveau est fonction :

- Du type d'équipement et de sa localisation sur la ligne : Le niveau d'exigence sera différent pour les silos de stockage ingrédients, un bac de lancement, d'un pasteurisateur ou d'un tank stérile. L'intérieur des équipements situés en aval des stérilisateurs exigent la stérilité.

- De la fragilité d'un point de vue microbiologique du produit élaboré sur la ligne. Une ligne pour dessert stériles dosés à froid, produits très sensibles à tout type de contamination microbienne, demande un processus de désinfection très rigoureux, plus poussé allant jusqu'à la stérilisation par rapport à une ligne de produits fermentés acides.

I. 3. 1. Désinfection thermique (Sanitation)

C'est une opération obligatoire après chaque lavage long ou court des équipements après traitement thermique. 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 (tableau).

I. 3. 2. Désinfection chimique

C'est une désinfection à l'aide du peroxyde d'hydrogène (mélange liquide d'acide peracétique et de peroxyde d'hydrogène), utilisée une fois par semaine ou en cas d'une attaque phagique. Jusqu'à présent aucun microorganisme capable de résister à l'acide peracétique. Utilisée à une température maximale de 40°C et une concentration de 450-600 ppm avec un temps de contact de 20 min.

A l'état pur, Peroxan contient 5% d'acide peracétique et minimum 25% de peroxyde d'hydrogène.

Tableau III : Différents types de désinfection thermique utilisé en DDA

Produits / ligne concernée	Type de microorganisme à détruire	Traitement à appliquer	Conditions de traitement
Produit fermenté	Levures / moisissures, bactéries non sporulées Limite : certains bactériophages peuvent résister (fonction du nombre initial de phages et de la durée de traitement)	Eau bouillante	95°C/15 à 20 min
		Vapeur fluente	100°C/20min
Dessert	Tous types de microorganismes (sporulés ou non/ bactéries, levures, moisissures, phages...)	Vapeur sous pression	>120°C/15 à 20 min
		Eau surchauffée	

Ex. Mécanisme d'action d'un détergent au cours du nettoyage (Gosta, 1995) :

- **Le mouillage**

Le mouillage permet de séparer la souillure de la surface à nettoyer, le détergent établit avec la souillure une force d'adhésion plus importante que celle qui existait entre la surface et la souillure et la séparation peut être facilitée par l'utilisation de tensio-actifs.

- **Déplacement et maintien de la souillure à l'écart de la surface à nettoyer**

Les impuretés décollées se trouvent au sein de la solution détergente qui doit éviter leur agglutination et leur re-déposition sur les surfaces propres.

- **Élimination de la souillure**

Les conditions sont alors remplies pour une bonne élimination des impuretés.

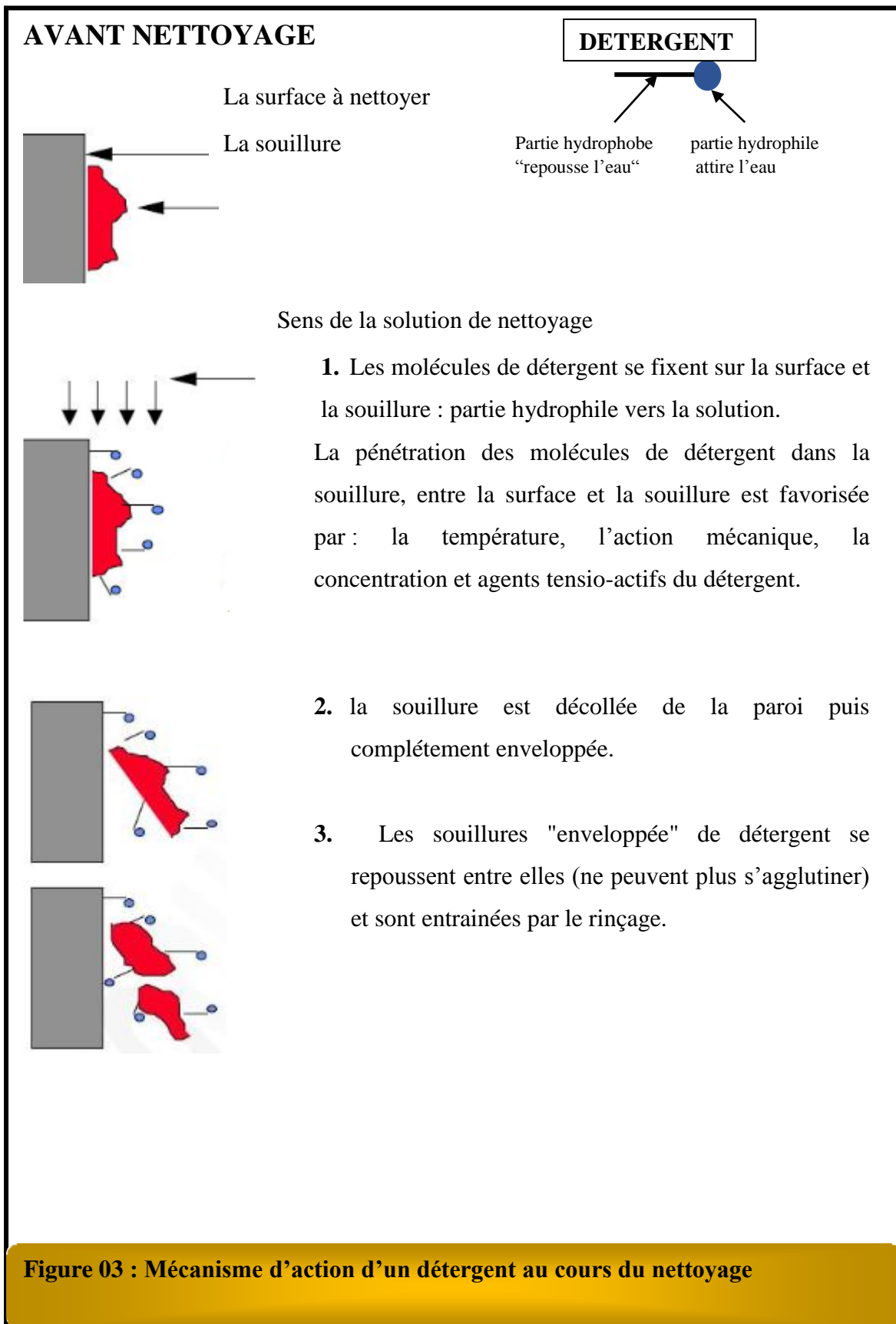


Figure 03 : Mécanisme d'action d'un détergent au cours du nettoyage

I. 4. Facteurs influençant la facilité de nettoyage (Gosta, 1995 ; Yahaya, 2011) :

- La facilité du nettoyage dépend de :
 - **La nature de la souillure :** Exemple : « Danette chocolat » est plus difficile à nettoyer que « Danette vanille ». La présence d'œufs dans un mix ne rend pas le nettoyage significativement plus difficile.
 - **L'état de la souillure :** Une souillure sèche est plus difficile à éliminer qu'une souillure hydratée. Exemple : gratinage sur cuiseur.
- Un grand nombre de paramètres influencent l'efficacité du nettoyage. Les quatre plus important étant :

1) La température de nettoyage :

- **L'efficacité de nettoyage augmente avec la température,**
 - La vitesse des réactions chimiques est multipliée par deux quand la température augmente de 10°C.
 - L'augmentation de la température "ramollit" (solubilise) la matière grasse, facilitant la pénétration du détergent.
- **Cependant les augmentations de la température ont leurs limites :**
 - La plupart des circuits sont ouverts (température limitée à 100°C sinon vaporisation de l'eau)
 - Tous les équipements ne supportent pas les contraintes liées à une température élevée.
 - Une température trop élevée peut provoquer des modifications indésirables de certains constituants de la souillure (coagulation des protéines, caramélisation des sucres ...)
 - L'énergie calorifique revient chère.

2) Concentration des solutions de nettoyage :

- **L'efficacité de nettoyage augmente avec la concentration :**

Le nettoyage est une réaction chimiques : lorsque la concentration, c'est-à-dire le nombre de molécules actives de la solution de nettoyage augmente, le nombre de contacts détergent-souillure augmente.
- **Cependant il existe une concentration limite :**

Un dépassement de la concentration limite entraîne :

- Une perte de produit de nettoyage donc des rejets et cout accru.
- Un rinçage plus difficile et des risques de traces de solution de nettoyage dans le produit.
- Des risques de corrosion et de danger de manipulation.

3) L'action mécanique : pour un nettoyage manuel, l'effet mécanique est produit par une brosse. Dans les systèmes de nettoyage en place, l'action mécanique est fournie par le débit des fluides qui doivent circuler en régime turbulent, son rôle : la turbulence des solutions de nettoyage est la composante mécanique du nettoyage. Elle permet :

- Renouveler du produit au contact des souillures ou des micro-organismes.
- D'arracher ces mêmes souillures ou micro-organismes en limitant leur dispersion et leur redéposition.

4) Le temps de contact : à définir en fonction de type de souillure et d'installation

- Le nettoyage étant une réaction chimique, un temps de contact minimum détergent-souillure est nécessaire pour qu'il soit efficace.
- Pour des raisons économiques, il est important d'optimiser le temps de nettoyage tout en garantissant les critères de qualité exigés.

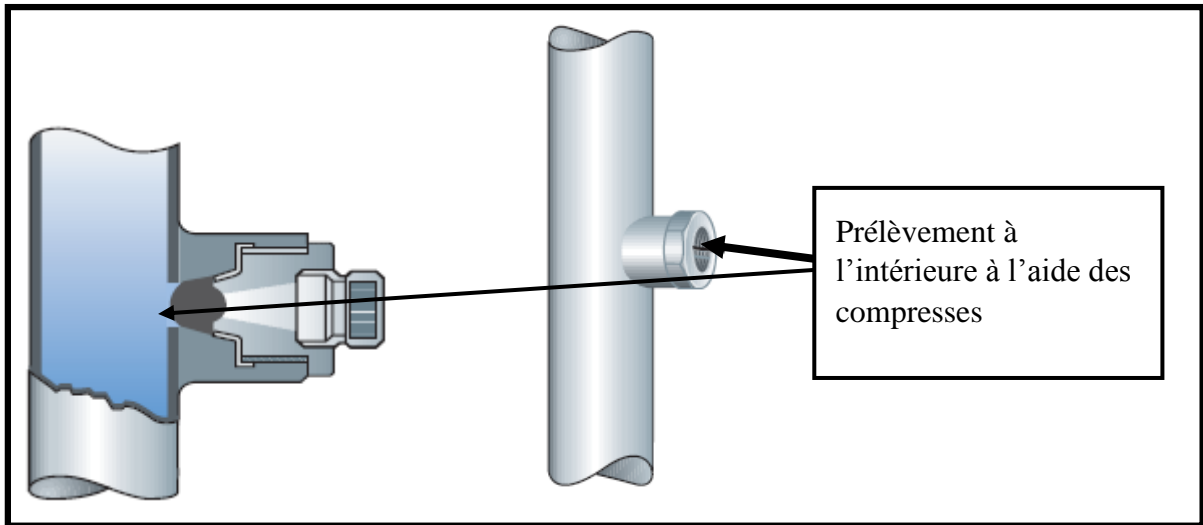


Figure 04 : Schéma représentatif du lieu de prélèvement au niveau d'une ligne de réchauffeur

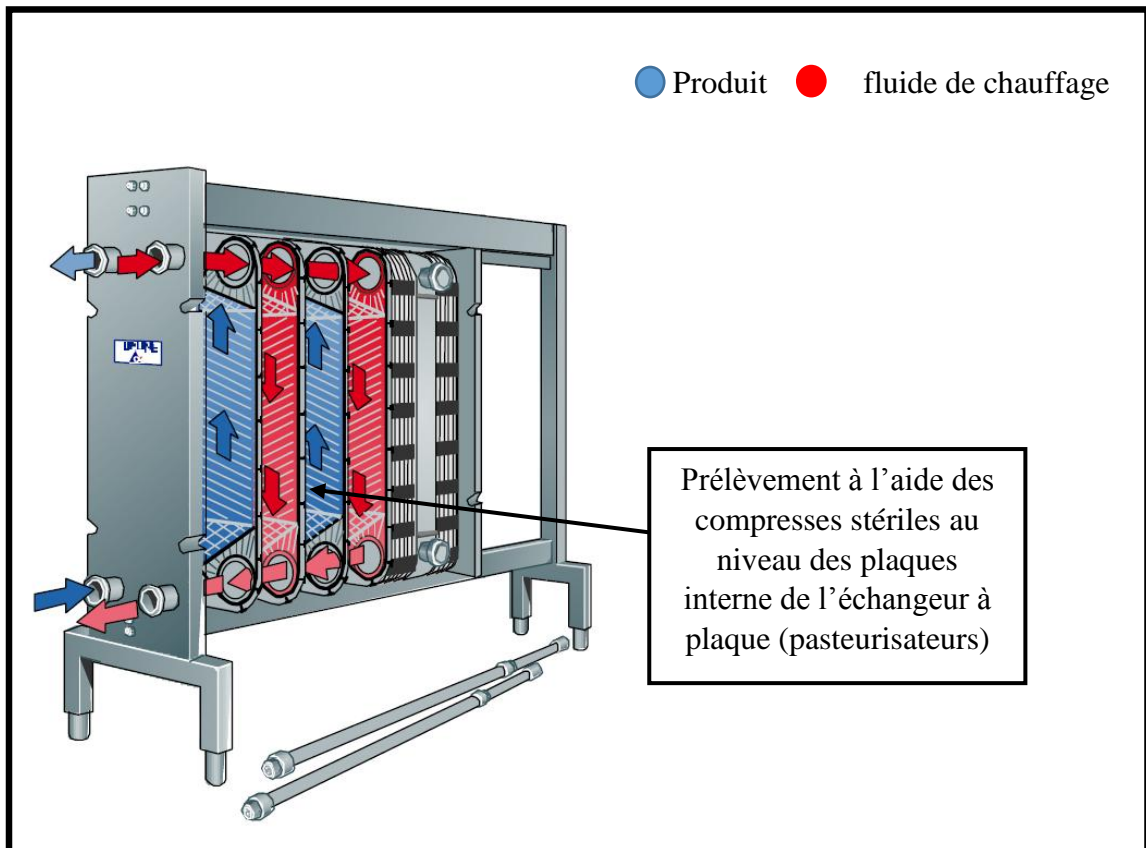


Figure 05 : Schéma représentatif du lieu de prélèvement au niveau de pasteurisateur

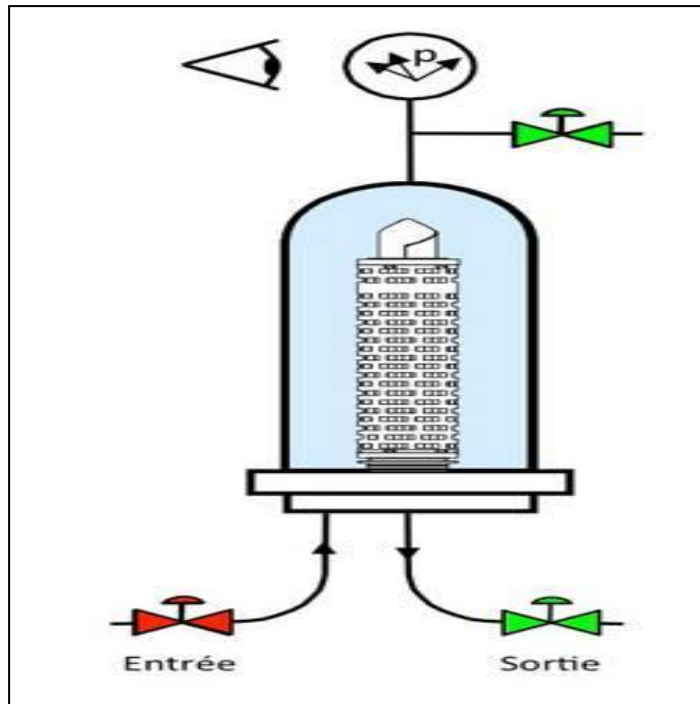


Figure 06 : Schéma représentatif du filtre d'eau de poudrage à 1µm



Figure 07 : Photo du mélangeur « smasher » utilisé pour l'homogénéisation

Composition des milieux de culture :

- ❖ **Bouillon nutritif(BN)** : Le bouillon nutritif constitue un milieu d'utilisation générale pour un grand nombre de microorganismes ne présentant pas d'exigences particulières.

composant	Concentration g/L
tryptone	10,0g
Extrait de viande	5,0g
Chlorure de sodium	5,0g
Eau distillé	1L

PH_{final}:7,3±0,2

- ❖ **Eau péptonée tamponnée** : Ce milieu est utilisé pour le pré enrichissement et d'enrichissement préalable à la phase d'isolement sélectif des salmonelles

composant	g/L
peptone	10,0g
Chlorure de sodium	5,0g
Phosphate di sodique dodécahydraté.	9,0g
Phosphate mono potassique	1,5g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,0 ± 0,2.

- ❖ **Bouillon de Man, Rogosa et Sharpe(MRS)** : Le bouillon MRS est utilisé pour les cultures et dénombrement des lactobacilles dans les produits alimentaires.

composant	g/l
Polypeptone	10,00g
Extrait de viande	10,00g
Extrait autolytique de levure	5,00g
glucose	20,00g
Tween 80	1,08g
Phosphate dipotassique	2,00g
Acétate de sodium	5,00g
Citrate d'ammonium	2,00g
Sulfate de magnésium	0,20g
Sulfate de manganèse	0,05g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 6,4 ± 0,2.

- ❖ **Bouillon de FRASER** : Le bouillon de Fraser est utilisé pour l'enrichissement sélectif et différentiel de *Listeria monocytogenes* dans le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires.

composant	g/l
Polypeptone	10,00g
Extrait autolytique de levure	5,00g
- Extrait de viande	5,00g
Chlorure de sodium	20,00g
Phosphate disodique anhydre	9,60g
Phosphate monopotassique	1,35g
Esculine	1,00g
Chlorure de lithium	3,00g
Acide nalidixique	0,020g
Acriflavine (chlorhydrate)	0,025g
Citrate de fer III ammoniacal	0,50g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2.

- ❖ **Bouillon RAPPAPORT-VASSILIADIS Soja (RVS)** : RVS est utilisé pour l'enrichissement sélectif des Salmonella dans le lait, les produits laitiers et d'autres produits alimentaires.

composant	g/l
Peptone papainique de soja	4,50g
Chlorure de sodium	7,20g
Phosphate monopotassique	1,26g
Phosphate dipotassique	0,18g
Chlorure de magnésium anhydre	13,40g
Vert malachite (oxalate)	36,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 5,2 ± 0,2.

- ❖ **Bouillon de MÜLLER-KAUFFMANN** : Le bouillon au tétrathionate de Müller et Kaufmann est utilisés pour l'enrichissement sélectif des salmonelles.

composant	g/l
tryptone	8,45g
Extrait de viande	4,23g
Bile de bœuf bactériologique	4,75g
Chlorure de sodium	2,54g
Carbonate de calcium	38,04g
Thiosulfate de sodium anhydre	30,27g
Vert brillant	9,50g
Eau distillé	1L

- ❖ **Gélose MRS** : est utilisée pour la culture et le dénombrement des *Lactobacillus* dans les produits laitiers il permet également de dénombrer *Lactobacillus bulgaricus* dans les yaourts. D'après la norme NF ISO 15214 pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles, la gélose MRS doit être utilisée à pH 5,7.

composant	g/l
Polypeptone	10,00g
Extrait autolytique de levure	5,00g
- Extrait de viande	5,00g
Chlorure de sodium	20,00g
Phosphate disodique anhydre	9,60g
Phosphate monopotassique	1,35g
Esculine	1,00g
Chlorure de lithium	3,00g
Acide nalidixique	0,020g
Acriflavine (chlorhydrate)	0,025g
Citrate de fer III ammoniacal	0,50g
Agar agar bactériologique	15,00g
Eau distillé	1L

- ❖ **Gélose M 17** : La gélose M 17 est utilisée pour le dénombrement des lactocoques (particulièrement *Lactococcus lactis*) dans les produits laitiers.

composant	g/l
Tryptone.	2,50g
Peptone pepsique de viande	2,50g
Peptone papainique de soja	5,00g
Extrait autolytique de levure	2,50g
Extrait de viande	5,00g
Lactose	5,00g
Glycérophosphate de sodium	19,00g
Sulfate de magnésium	0,25g
Acide ascorbique	0,50g
Agar agar bactériologique	15,00g
Eau distillé	1L

- ❖ **Gélose au cétrimide** : est un milieu sélectif destiné à l'isolement des *Pseudomonas aeruginosa*.

Peptone pancréatique de gélatine	20,00g
cétrimide	0,3g
Chlorure de magnésium	1,20g
Sulfate de potassium	10,00g
Agar agar bacteriologique	13,6g
glycerol	10,0ml
Eau distillé	1L

- ❖ **Gélose VRBL** : La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) est un milieu sélectif utilisé pour la recherche et dénombrement des coliformes.

composant	g/L
Peptone pepsique de viande	7,00g
Extrait autolytique de levure	3,00g
Lactose	10,00g
Sels biliaires	1,5g
Chlorure de sodium	5,00g
Rouge neutre	30,00g
Cristal violet	2,0g
Agar agar bactériologique	12,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,4 \pm 0,2$.

- ❖ **Gélose OGA (Oxytétracycline-Glucose-Agar)** : Gélose glucosée à l'Extrait de Levure et à l'oxytétracycline est utilisée pour la recherche et le dénombrement des levures et des moisissures dans les produits alimentaires

composant	g/L
Extrait autolytique de levure	5,0g
Glucose	20,0g
Oxytétracycline	0,1g
Agar agar bactériologique	15,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $6,6 \pm 0,2$.

- ❖ **Gélose VRBG** : (gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) est utilisée pour la recherche et le dénombrement des entérobactéries

composant	g/L
Digestat enzymatique de tissus animaux	7,0g
Extrait autolytique de levure	3,0g
Glucose	10,0g
Sels biliaires	1,0g
Chlorure de sodium	5,0g
Rouge neutre	30,0mg
Cristal violet	2,0mg
Agar agar bactériologique	13,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,4 \pm 0,2$.

- ❖ **Gélose de SLANETZ** : est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des entérocoques

composant	g/L
Tryptose	20,0g
Extrait autolytique de levure	5,0g
Glucose	2,0g
Phosphate dipotassique	4,0g
Azide de sodium	0,4g
Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium	0,1g
Agar agar bactériologique	10,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2.

- ❖ **Gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7** : permet d'effectuer les recherche et dénombrement des coliformes dans les eaux.

composant	g/L
Peptone pancréatique de viande	10,0g
Extrait de viande	5,0g
Extrait autolytique de levure	6,0g
Lactose	20,0g
Tergitol 7	0,1g
Bleu de bromothymol	50,0g
Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium	25,0g
Agar agar bactériologique	10,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2.

- ❖ **Gélose de mossel** : La gélose sélective pour *Bacillus cereus*

composant	g/L
Tryptone	10,0g
Extrait de viande	1,0g
D-mannitol	10,0g
Chlorure de sodium	10,0g
Rouge de phénol	25,0mg
Emulsion stérile de jaune d'œuf	100,0ML
Polymyxine B	
Agar agar bactériologique	13,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2

Gélose Oxford : est un milieu sélectif utilisé pour la différenciation, l'isolement et le dénombrement de *Listeria monocytogenes*.

composant	g/L
Polypeptone	20,0g
Extrait autolytique de levure	3,0g
Amidon	5,0g
Chlorure de sodium	1,0g
Esculine	0,5g
Citrate ferrique ammoniacal	15,0g
Cycloheximide	0,4g
Colistine (sulfate)	0,02g
Céfotétan	0,002g
Fosfomycine	0,01g
Acriflavine	0,005g
Agar agar bactériologique	13,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$.

Gélose Hektoen : est un milieu sélectif permettant les isolement et différenciation des entérobactéries est également utilisée dans l'isolement des salmonelles.

composant	g/L
Peptone pepsique de viande	12,0g
Extrait autolytique de levure	3,0g
Lactose	12,0g
Saccharose	12,0g
Salicine	9,0g
Sels biliaires	2,0g
Chlorure de sodium	5,0g
Thiosulfate de sodium	5,0g
Citrate ferrique ammoniacal	1,5g
Bleu de bromothymol	0,065g
Fuchsine acide	0,040g
Agar agar bactériologique	13,5g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,6 \pm 0,2$.

Gélose de SABOURAUD au chloramphénicol : est recommandée pour l'isolement des levures et des moisissures

composant	g/L
Peptone pepsique de viande	10,0g
Glucose	20,0g
Chloramphénicol	05,0g
Agar agar bactériologique	15,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $5,7 \pm 0,2$

Gélose XLD : (Xylose-Lysine-Désoxycholate) est utilisée pour l'isolement des entérobactéries pathogènes et notamment les Salmonelles dans les produits alimentaires.

composant	g/L
Extrait autolytique de levure	3,0g
L-Lysine	5,0g
Lactose	7,5g
Saccharose	7,5g
Xylose	3,5g
Désoxycholate de sodium	2,5g
Chlorure de sodium	5,0g
Thiosulfate de sodium	6,8g
Citrate ferrique ammoniacal	0,8g
Rouge de phénol	80,0mg
Agar agar bactériologique	13,5g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,4 \pm 0,2$.

Gélose Baird Parker : La gélose de Baird-Parker avec jaune d'œuf au tellurite de potassium est un milieu sélectif utilisé pour la recherche et le dénombrement de *Staphylococcus aureus*

composant	g/L
Tryptone	10,0g
Extrait de viande	5,0g
Extrait autolytique de levure	1,0g
Pyruvate de sodium	10,0g
Glycine	12,0g
Chlorure de lithium	5,0g
Agar agar bactériologique	15,0g
Emulsion de jaune d'œuf	47,0ml
Tellurite de potassium à 3,5%	3,0ml
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : $7,2 \pm 0,2$.

Bouillon de LITSKY : Le bouillon de Litsky à l'éthyle-violet est utilisé pour effectuer le test confirmatif de recherche et de dénombrement des streptocoques fécaux.

composant	g/L
Polypeptone	20,0g
Glucose	5,0g
Chlorure de sodium	5,0g
Phosphate monopotassique	2,7g
Phosphate dipotassique	2,7g
Azide de sodium	0,3g
Ethyl-violet	0,5mg
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $6,8 \pm 0,2$.

Gélose BEA : (bile esculine azide de sodium) est un milieu sélectif utilisé pour l'isolement et dénombrement des entérocoques dans les produits alimentaire.

composant	g/L
Tryptone	17,0g
Peptone pepsique de viande	3,0g
Extrait autolytique de levure	5,0g
Bile de bœuf bactériologique	10,0g
Chlorure de sodium	5,0g
Esculine	1,0g
Citrate ferrique ammoniacal	0,50g
Azide de sodium	0,15g
Agar agar bactériologique	13,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,1 \pm 0,2$.

Gélose PCA : (Plate Count Agar)est une gélose glucosée à l'extrait de levure utilisée en bactériologie alimentaire pour le dénombrement des bactéries aérobies psychrotrophes, mésophiles.

composant	g/L
Tryptone	5,0g
Extrait autolytique de levure	2,5g
Glucose	1,0g
Agar agar bactériologique	12,0g
Eau distillé	1L

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$.

Gélose glucosée viande-foie(VF) : est utilisée pour le dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteur dans les eaux (selon le cadre normatif NF T 90-415), les produits laitiers et les autres produits alimentaires.

composant	g/L
Peptone viande-foie	30,0g
Glucose	2,0g
Amidon soluble	2,0g
Sulfite de sodium	2,5g
Citrate de fer ammoniacal	0,5g
Agar agar bactériologique	11,0g
Eau distillé	1L

❖ **Bouillon Tryptone-sel :**

composant	g/L
Tryptone	1,08g
Chlorure de sodium	8,5g
Eau distillé	1L

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$.

Résumé

Le présent travail a été entrepris au niveau de la laiterie Danone Djurdjura Algérie « DDA » dans le but de mettre en évidence la flore microbienne qui peut coloniser un atelier de fabrication du yaourt et de savoir si les procédures de nettoyage sont efficaces pour les éliminer. De ce fait, des analyses microbiologiques ont été réalisées sur les différentes surfaces entrant en contact avec le produit avant et après le nettoyage, les différents types d'eau qui rentrent en contact avec le produit ainsi que l'air ambiant de l'atelier. Les résultats ont montré l'absence de certaines flores et la présence d'autres sur les surfaces du matériel inspecté, dans l'eau et au niveau d'air ambiant de l'atelier. La nature de la flore et sa charge diffèrent d'un point à un autre. Cet état de fait, nous alerte sur certains risques pouvant être à l'origine de l'altération du produit destiné à la consommation. Devant cette situation, il y a lieu de prendre toutes les dispositions nécessaires pour y remédier avant que le produit subisse irrémédiablement une altération sur le plan qualitatif, le rendant ainsi impropre à la consommation. Ceci dit, il est plus que nécessaire de veiller à la mise en place d'un système HACCP.

Mots clés : yaourt, surfaces de matériel, analyses microbiologiques, nettoyage, hygiène.

Abstract

This work was undertaken at the dairy Danone Djurdjura Algeria "DDA" in order to highlight the microbial flora that can colonize a yogurt manufacturing plant and whether cleaning procedures are effective for the elimination. Thereby microbiological analyzes were performed on the various surfaces coming into contact with the product before and after cleaning, the various types of water that come into contact with the product and ambient air of the workshop. The results showed the absence of certain flora and the presence of certain other on the surfaces of the inspected material in water and at ambient air of the workshop. The nature of the flora and load differ from one point to another. This fact, we alert to certain risks that may cause alteration of the product for consumption. Given this situation, it should take all necessary steps to correct them before the product suffers irreparably altered qualitatively, making it unfit for consumption. That said, it is more than necessary to ensure the implementation of HACCP.

Keywords: yogurt, Equipment surfaces, Microbiological Analyses, cleaning, hygiene.