

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA Béjaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Microbiologie

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Option

Microbiologie Alimentaire et Sanitaire

Thème

Caractérisation de la flore microbienne d'un atelier de
fabrication fromagère : cas de la fromagerie

LAVALAIT

Présenté par M^{elles}:

ABERKANE Hala

AMGHAR Dyhia

Membres de jury :

Président: M^r BENDJEDOU K. MCB

Promotrice: M^{lle} BENDALI F. MCA

Examineur 1: M^r BOUKHALFA F. MAA

Examinatrice 2: M^{me} BENACHOUR K. MAA

Année universitaire: 2012-2013

Remerciements

Nos remerciements s'adressent en premier lieu à l'éternel Dieu tout puissant pour la patience et la santé qui nous ont été indispensables au long de notre parcours et à nos chers parents sans qui rien n'aurait été possible.

Nous tenons à remercier profondément le membre de jury M^r Boukhalfa F. examinateur, M^{me} Benachour K. examinatrice, M^r Bendjedou K. président d'avoir accepté d'examiner notre travail.

On tient à remercier tout particulièrement et à témoigner notre reconnaissance à M^r Immoun A et au personnel de la fromagerie « LAVALAIT », pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'ils nous ont fait vivre.

Nos vifs remerciements s'adressent à :

M^{elle} Kherflah D, M^{elle} Dendoune D, ainsi qu'à M^{elle} Aberkane W du laboratoire PREVOLAB pour nous avoir accueilli dans leur laboratoire et pour leur entière disponibilité et coopération lors de la réalisation de ce travail. Qu'elles veuillent bien agréer notre profonde et éternelle gratitude.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice M^{elle} BENDALI F. pour sa précieuse aide, ses orientations, ses conseils éclairés et le temps qu'elle a accordé pour notre encadrement.

Nous tenons à remercier également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents, en témoignage de mon profond amour, que je remercie infiniment pour leurs sacrifices, soutien et amour, Je leurs serai éternellement reconnaissante, Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

Mon cher frère NADJIM pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour toi.

Ma chère sœur NABILA en témoignage, de l'amour et de l'affection que je porte pour toi et qui m'ont été un grand secours au long de ma vie professionnelle et personnelle.

Ma chère sœur NAIMA et sa petite famille : son mari AKLI et ses adorables enfants : Mamy et Yany.

Tout mes amis(es) et en particulier Sissa, Ahlem, Chahla, Cylia, Kahina, Khadidja, Lynda, Narimen, Wissem, Kenza, Babdel, Khaled, Midou, Chafi, Razik, Yazid, mes voisines Sabiha et Sonia en témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble.

Ma camarade et chère amie Hala et toute sa famille.

Toutes les personnes que j'aime et qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Dyhia

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents, la principale cause de ma réussite, Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

A mon mari que je remercie infiniment pour ses sacrifices, soutien et amour, Je lui serai éternellement reconnaissante.

Aux membres de ma famille, frères, sœurs, ma belle sœur et en particulier mes nièces et neveux,

A mes deuxièmes parents et au membre de ma belle famille.

A ma camarade et chère amie Dyhia .

A tous mes amis.

Sans oublier la promotion de Microbiologie Alimentaire Sanitaire 2013.

Hala

Liste des tableaux

Tableau I. Composition du Camembert en certains nutriments.....	4
Tableau II. Flores dénombrées et méthodes utilisées lors de l'inspection des surfaces du matériel utilisé dans la fabrication du camembert « LAVALAIT ».....	19
Tableau III. Flores dénombrées et méthodes utilisées lors de l'inspection des murs des deux chambres froides au niveau de l'unité « LAVALAIT ».....	20
Tableau IV. Mode opératoire d'analyse du produit fini.....	20
Tableau V. Mise en culture des ferments.....	21
Tableau VI. Résultats de l'analyse du produit fini « Camembert » réalisée par le laboratoire« PREVOLAB ».....	34

Tableaux en annexes

Tableau I. Matériel de fromagerie.	
Tableau II. Résultats des analyses microbiologiques de la cuve de reconstitution juste après vidange.	
Tableau III. Résultats des analyses microbiologiques de la cuve de préparation juste après vidange.	
Tableau IV. Résultats des analyses microbiologiques des moules.	
Tableau V. Résultats des analyses microbiologiques des plats d'égouttage.	
Tableau VI. Résultats des analyses microbiologiques des claies.	
Tableau VII. Résultats des analyses microbiologiques de la tranche caillée.	
Tableau VIII. Résultats des analyses microbiologiques des murs de la salle de salage.	
Tableau IX. Résultats des analyses microbiologiques des murs de la salle de caillage.	
Tableau X. Résultats des analyses microbiologiques des murs des chambres froides I et II.	
Tableau XI. Résultats des analyses microbiologiques des mains du personnel de salage.	

Tableau XII. Résultats des analyses microbiologiques des mains du personnel d'emballage.

Tableau XIII. Résultats des analyses microbiologiques de l'air.

Tableau XIV. Résultats des analyses microbiologiques du matériel après lavage.

Liste des figures

Figure 01. Diagramme d'Ishikawa.....	10
Figure 02. Schéma récapitulatif des étapes de fabrication du camembert au niveau de la fromagerie « LAVALAIT »	17
Figure 03. Résultats du dénombrement de la flore totale au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie ainsi que les mains du personnel.....	22
Figure 04. Résultats de la recherche des staphylocoques au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie ainsi que sur les mains du personnel.....	25
Figure 05. Résultats du dénombrement des bactéries lactiques au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie.....	27
Figure 06. Résultats du dénombrement des levures et moisissures au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie.....	28
Figure 07. Résultats du dénombrement des coliformes fécaux au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie ainsi que les mains du personnel.....	29
Figure 08. Résultats du dénombrement de la flore totale dans l'air de l'atelier de fabrication du camembert.....	31
Figure 09. Résultats du dénombrement des bactéries lactiques ainsi que des levures et moisissures au niveau du produit fini.....	33
Figure 10. Résultats du dénombrement de la flore totale au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie avant et après lavage.....	35

Liste des abréviations

BN: Bouillon Nutritif

GNO : Gélose Nutritive Ordinaire

MRS: de Man, Rogosa et Sharpe

PDA: Potato Dextrose Agar

S: Stapylococcus

SS: Salmonella-Shigella

UHT: Ultra Haute Température

VRBL: Violet cristal Rouge neutre, Bile et Lactose

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Partie bibliographique

I. Définition et généralités.....	3
I. 1. Fromage	3
I. 2. Camembert	3
II. Etapes de fabrication du camembert	4
II. 1. Préparation du lait	4
II. 2. Ensemencement et maturation	4
II. 3. Fabrication proprement dite.....	5
III. Concept de qualité	6
III. 1. Définition	6
III. 2. Construction de la qualité en industrie de production	6
VI. Systèmes de contrôle de la qualité en industrie agroalimentaire	7
VI. 1. Autocontrôle	7
VI. 2. Méthode HACCP	7
VI. 3. Moyens mis en place pour garantir la qualité.....	8
V. Bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène	9
V. 1. Définition	9
V.2. Nécessité de l'hygiène dans l'industrie agro-alimentaire.....	11

Partie pratique

I. Présentation des organismes d'accueil

I.1. Fromagerie « LAVALAIT »	14
I.2. Laboratoire « PREVOLAB »	15

II. Matériel et méthodes

II.1. Procès de fabrication du camembert.....	16
II.2. Analyses effectuées	18
II.2.1. Prélèvements de surface	18
II. 2. 2. Analyses	18

II.3. Produit fini.....	20
II .4. Caractérisation des ferments.....	21

III. Résultats et discussion

III.1. Flore totale sur les différents sites de l’atelier ainsi que le personnel	22
III.2. Staphylocoques sur les différents sites de l’atelier ainsi que le personnel.....	24
III.3. Salmonelles sur la cuve de reconstitution et la cuve de préparation après vidange.....	26
III.4. Bactéries lactiques sur les différents sites de l’atelier	26
III.5. Levures et moisissures sur les différents sites de l’atelier	27
III.6. Coliformes fécaux sur les différents sites de l’atelier ainsi que sur les mains du personnel.....	29
III.7. Entérocoques sur les différents sites de l’atelier ainsi que sur les mains du personnel.....	30
III.8. Air au niveau de l’atelier	31
III.9. Ferments et le produit fini	32
III.10. Analyse microbiologique du produit fini	33
III.11. Efficacité de la procédure de nettoyage et de désinfection du matériel.....	34

Conclusion.....	37
------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Dans le secteur agro-alimentaire, plus que dans tout autre secteur, la qualité des produits est d'une importance capitale vue les conséquences directes sur la santé voire la vie du consommateur. Le contrôle de la qualité microbiologique des aliments a été et est le garant de la salubrité des produits alimentaires du point de vue microbiologique. Cependant ce dernier a été pendant longtemps limité aux contrôles des produits finis, le plus souvent par rapport à une norme.

La recherche de la qualité au sens large est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agro-alimentaire. La qualité s'obtient par l'application de procédures bien définies et maîtrisées. Elle se contrôle par des systèmes de vérification, des techniques d'analyse standardisées.

Le facteur principal permettant le maintien de la sécurité alimentaire est sans conteste l'hygiène. Cette dernière 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) (**Guiraud, 2003**).

Selon **Guiraud (2003)**, l'hygiène doit être obtenue à deux niveaux : l'aliment et l'environnement. Ce dernier est une source potentielle de contamination des produits transformés. La présence de microorganismes au niveau de l'air intérieur, sur les murs et sur les nombreuses surfaces s'y trouvant, y compris le matériel utilisé dans la fabrication, est à l'origine d'effets néfastes à la fois en termes de qualité marchande et de santé publique.

Si les microorganismes sur les surfaces de contact alimentaire ne sont pas complètement éliminés, ils peuvent conduire à la formation d'un biofilm mature et augmenter le potentiel de bio-transfert. Parmi les secteurs agro-alimentaires accordant une attention particulière à la possibilité de contamination croisée, on a l'industrie laitière (**Trevor et al., 2008**).

Pour réduire la population microbienne des surfaces à un niveau tel que le risque de contamination des produits alimentaires soit infime, des procédures de nettoyage-désinfection sont mises en œuvre dans les ateliers agro-alimentaires. Afin de vérifier la bonne application des opérations de nettoyage-désinfection, des contrôles réguliers sont réalisés pour connaître et estimer la population microbienne résiduelle présente sur les surfaces (**Khamisse, 2012**).

Notre travail s'inscrit dans ce contexte et a pour but l'étude de la microflore résidente dans un atelier de fabrication du camembert. Ce travail est réalisé au sein de la fromagerie « LAVALIT », El-Kseur (Béjaia, Algérie).

Afin de déterminer les taux de contamination, nous envisageons de réaliser différents prélèvements à partir de l'environnement (surfaces du matériel de fabrication, air et murs) ainsi sur les mains du personnel intervenant. Une analyse microbiologique du produit fini et une caractérisation des ferments employés seront également effectuées. Enfin, une évaluation de la performance de la procédure de nettoyage et de désinfection du matériel entrant en contact avec le fromage sera menée.

Le document sera introduit par une synthèse bibliographique relative au sujet, suivi d'une description de la méthodologie et finalisé par une présentation des résultats obtenus associés à leur discussion.

Synthèse bibliographique

I. Définition et généralités

I. 1. Fromage

Le fromage est le produit solide ou semi-solide, frais ou affiné, dont le ratio protéines sériques/caséines n'est pas supérieur à celui du lait, et qui est obtenu par coagulation (totale ou partielle) des matières premières suivantes : lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème, crème de lactosérum ou babeurre, sous l'action de la présure ou d'un autre coagulant approprié, et par égouttage partiel du lactosérum issu de cette coagulation, ou par des techniques de transformation comprenant la coagulation du lait et/ou de matières issues du lait, qui donnent un produit fini possédant les mêmes propriétés physiques, chimiques et organoleptiques que le produit répertorié dans la classification des fromages (**Dairy processing handbook, SD**).

I. 2. Camembert

Le camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface, principalement par des moisissures blanches, conformément à la norme générale pour le fromage (**CODEX STAN 283-1978**), qui se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux dudit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage. Les trous de gaz sont généralement absents, mais la présence de quelques ouvertures et fissures est acceptable avec une croûte molle, entièrement recouverte de moisissures blanches. Le fromage entier peut être coupé ou formé en morceaux avant ou après le développement des moisissures.

Pour le camembert prêt à la consommation, la procédure d'affinage destinée à développer les caractéristiques de goût et de texture dure normalement 10 jours minimum à une température comprise entre 10 et 16°C, en fonction du degré de maturité requis. D'autres conditions d'affinage (y compris l'ajout d'enzymes d'amélioration de l'affinage) peuvent être utilisées, pour autant que le fromage présente des propriétés physiques, biochimiques et sensorielles similaires à celles obtenues par la procédure d'affinage précitée. Il n'est pas nécessaire que le Brie destiné à un traitement ultérieur possède le même degré d'affinage lorsque cela est justifié par des besoins techniques et/ou commerciaux (**CODEX STAN 276-1973**).

La composition moyenne du camembert est donnée dans le tableau I.

Tableau I. Composition du Camembert en certains nutriments (**Goudéranche *et al.*, 2008**)

Composants	Protéines (g. kg ⁻¹)	Matière grasse (g. kg ⁻¹)	Matière sèches (g. kg ⁻¹)	Calcium (mg. kg ⁻¹)	Phosphore (mg. kg ⁻¹)
Teneur	212	220	461	4000	3090

II. Etapes de fabrication du camembert

La fabrication du camembert passe par les étapes suivantes :

II. 1. Préparation du lait

La préparation du lait en fromagerie consiste en :

II. 1. 1. Standardisation

Les sortes de fromage étant souvent classées en fonction du pourcentage de matière grasse sur extrait sec (MG/ES), la teneur en matière grasse du lait de fromagerie doit donc être ajustée en conséquence. C'est pour cette raison que la teneur en protéines et la teneur en matière grasse du lait doivent être déterminées tout au long de l'année et le rapport entre les deux doit être standardisé à la valeur requise (**Thapon, 2005**).

II. 1. 2. Homogénéisation

Ce traitement physique par pression fait éclater les globules gras en fines particules homogènes. L'objectif étant d'éviter que la matière grasse ne remonte à la surface, ne gêne l'écoulement du lait ou ne se dépose sur l'emballage lors du traitement thermique de conservation. L'homogénéisation est inutile pour les laits concentrés sucrés, facultative pour le lait pasteurisé, mais indispensable pour les autres types de lait (**Majdi, 2008**).

II. 1. 3. Pasteurisation

La pasteurisation est un chauffage suffisant pour détruire la plus part des micro-organismes pathogènes. La température de pasteurisation la plus fréquente est comprise entre 65 et 75°C et parfois entre 80 et 85°C pendant 15 à 20 secondes (**Veisseyre, 1975; Guiraud, 2003**).

II. 2. Ensemencement et maturation

L'ensemencement du lait se fait par les levains lactiques à raison de 1,5 à 2% dans le but d'élever l'acidité de ce dernier. Ensuite le phosphate mono-calcique (CaHPO₄) et le

calcium (CaCl_2) sont ajoutés afin de faciliter l'égouttage et de rétablir le temps de prise et de coagulation (**Lenoir et al., 1983**).

Selon la température utilisée, on distingue deux types de maturation :

- **La maturation froide ou longue** : elle est effectuée à basse température (entre 10 et 12°C) pendant 12 à 20 heures, avec ajout éventuel de chlorure de calcium (CaCl_2) et de ferments lactiques mésophiles (**Brulé et al., 1997**).

- **La maturation chaude** : effectuée à des températures comprises entre 20 et 35°C, pendant plusieurs minutes. Elle est effectuée juste avant l'emprésurage, avec addition de ferments mésophiles ou thermophiles et de chlorure de calcium (**Mietton et al., 1994**).

II. 3. Fabrication proprement dite

La formation d'un fromage nécessite ces principales étapes :

II. 3. 1. Emprésurage

Après maturation, le lait est additionné de la présure qui est une enzyme coagulante. Son activité protéolytique modifiera la texture du lait (**Eck, 1990**).

Ce changement résulte des modifications physico-chimiques intervenant au niveau des micelles de caséine (**Eck et Gillis, 2006**). Elle peut être obtenue par voie enzymatique (présure), acide (ferments ou acides) ou mixte. Les fromages à pâte molle et compris le camembert sont caractérisés par une coagulation mixte (**Brulé et al., 1997**).

II. 3. 2. Moulage

Le moulage est la répartition du caillé dans des moules perforés, en métal ou en matière plastique, dont la forme et les dimensions varient avec le type de fromage. Il consiste donc à donner au fromage sa forme recherchée (**Veisseyre, 1975**).

II. 3. 3. Egouttage

Cette phase consiste en l'élimination plus au moins grande du lactosérum (**Mahaut et al., 2000**). Le rôle de l'égouttage ne se limite pas à amener le coagulum à une teneur définie en eau, il permet aussi de régler sa minéralisation et l'élimination de son lactose (**Weber, 1987**). L'égouttage est accéléré par une série de retournements que les fromages subissent pendant qu'ils sont encore dans les moules. La température de la salle doit être comprise entre 26 et 28°C (**Veisseyre, 1975**).

II. 3. 4. Démoulage

Cette étape consiste à faire sortir les caillés de leurs moules soit manuellement par retournement ou automatique (**Veisseyre, 1975**).

II. 3. 5. salage

Le salage est réalisé par incorporation de sel soit par dépôt en surface ou dans la masse ou par immersion dans une saumure. Cette étape complète la phase précédente et agit directement sur le processus d'affinage (**Forquin ,2010**).

II. 3. 6. Affinage

L'affinage se caractérise par des transformations biochimiques des constituants du caillé, essentiellement sous l'action d'enzymes microbiennes. Cette étape participe au développement des caractéristiques d'un fromage telles que la couleur ou ses propriétés Organoleptiques (**Forquin,2010**).

Lors de l'affinage, les fromages à pâte molle subissent plusieurs changements physicochimiques consécutifs dus à l'activité métabolique des flores d'affinage. Les levures (*Geotrichum candidum*) et les moisissures (*Penicillium camemberti*) vont neutraliser la surface du caillé en métabolisant l'acide lactique et en produisant de l'ammoniaque. Le pH passera en surface d'une valeur de 4,8 à près de 6,4. Les flores d'affinage sont responsables de la protéolyse et de la lipolyse du caillé qui conduisent à l'apparition de la saveur (**Roy ,2009**).

III. Concept de la qualité

III. 1. Définition

La qualité définie selon les normes ISO-9000 est « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'une entité qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire les besoins exprimés ou implicites » (**López de Pablo López, 1996**).

Dans le domaine agroalimentaire, la qualité repose, selon une formule reconnue, sur les "4S": salubrité (hygiène des aliments), satisfaction, services, santé. Les professionnels du secteur ont essentiellement une obligation de résultats : fabriquer un produit sain et sûr. Ils disposent à cet effet d'un large éventail d'outils : certains obligatoires (définition réglementaire des produits, normes, principes d'analyse des dangers et de maîtrise des points critiques - HACCP...), d'autres volontaires (guide de bonnes pratiques, démarches de certification, modes de valorisation officiels...) (**Bonnefoy et al., 2002**).

III. 2. Construction de la qualité en industrie de production

La politique qualité dans une entreprise a un objectif principal: s'assurer que les clients ont toute confiance dans les méthodes de travail, tant en ce qui concerne l'organisation que le

personnel. Elle vise à assurer un mode de fonctionnement de l'entreprise et non à garantir directement la qualité d'un produit ou d'un service devant donner satisfaction à ce client. Il est évident que l'un ne va pas sans l'autre et que ces deux aspects se complètent comme critères de choix d'une entreprise par un client. Le système qualité consiste à produire des documents d'organisation de la qualité et à s'y référer en permanence : un manuel de la qualité, des procédures et des documents d'exécution de la qualité (**Bonnefoy et al., 2002**).

IV. Systèmes de contrôle de la qualité en industrie agroalimentaire

IV. 1. Autocontrôle

Il s'agit du contrôle exercé par le fabricant soit dans son propre laboratoire, soit par un laboratoire extérieur. Il est rendu obligatoire par la réglementation.

Jusqu'en 1975- 1980, l'autocontrôle était effectué sur des produits finis (arrêté du 31 décembre 1979). Les normes de cet arrêté ne s'appliquent pas aux produits finis sortant d'usine mais à des produits avant consommation. Le fabricant doit alors proposer des aliments qui au terme de leur DLC (durée limite de commercialisation) répondent aux normes de l'arrêté sans pour autant avoir la maîtrise d'un certain nombre de paramètres comme par exemple la température de stockage. Le fabricant est donc amené à établir des normes propres internes qui permettent l'extrapolation (**Cuq, 2007**).

Les critères à satisfaire par produit sont très nombreux (flore aérobie mésophile totale « FAMT », coliformes totaux et thermotolérants « fécaux », staphylocoques, salmonelles, anaérobies sulfite-réducteurs, etc.) ce qui rend l'autocontrôle non réalisable en routine. Par ailleurs en fabrication, il faut prendre en compte les microorganismes d'intérêt technologique, ce qui alourdit l'analyse. Très souvent, le suivi de la qualité en autocontrôle est limité à la FAMT et aux coliformes. De plus cet autocontrôle ne s'exerce qu'à posteriori sur un produit fini sur lequel on ne peut plus agir sinon le retirer de la commercialisation. Les contrôles sont donc reportés de plus en plus en amont dans la fabrication jusqu'aux matières premières et les points critiques de contamination et multiplication microbienne sont identifiés et maîtrisés (**Cuq, 2007**).

IV. 2. Méthode HACCP

Le HACCP est un terme anglais « **Hazard Analysis Critical Control Point** », qui traduit en français, signifie Analyses des Risques – Maîtrise des Points Critiques) (**Rohmer,**

1995). Le HACCP est une méthode, une approche structurée par sept principes permettant de se prémunir de tous problèmes d'insécurité et d'insalubrité des aliments par la mise en place d'activités opérationnelles, moyens et solutions techniques préétablies et d'en apporter la preuve ! Ainsi, l'HACCP va rassurer et donner confiance. Il va rassurer en démontrant la capacité de l'organisme à identifier les dangers menaçant véritablement l'hygiène de ses productions, et à organiser ses activités pour les maîtriser (**Federighi, 2012**).

IV. 3. Moyens mis en place pour garantir la qualité

Selon **Guiraud(2003)**, les moyens sont de deux types : préventifs et curatifs et sont appuyés par des contrôles.

IV. 3. 1. Moyens préventifs : Les employés doivent avoir une bonne utilisation des « outils » permettant la maîtrise de la qualité : bonnes pratiques de fabrication, bonnes pratiques d'hygiène, lutte contre les contaminations, etc. Cette lutte doit se faire à différents niveaux.

- **Au niveau de la conception de l'usine :** aménagement de locaux incluant éventuellement des salles « microbiologiquement maîtrisées » et la sectorisation en fonction des risques ; « marche en avant » du produit sans recoupement des circuits, isolement des zones « matière première », « produit fini » et « déchets »; choix du matériel (facilement stérilisable); soins apportés à la distribution et à la qualité des fluides, air et eau (traitement, filtration), au chauffage et à la climatisation, à l'élimination et / ou au traitement des eau usées et des déchets.

- **Au niveau du personnel** qui doit être compétent, informé et doit respecter les consignes d'hygiène : port de vêtements de protection, gants, masques, calottes, bottes ; nettoyage des mains, usage du pédiluve, etc. ;

- **Au niveau du fonctionnement :** nettoyage soigné des locaux et du matériel avec désinfection, techniques de fabrication bien mis au point, contrôle des surfaces, contrôle de l'hygiène, des manipulations, contrôle de l'humidité et de la température, etc.

- **Audit interne**, et éventuellement externe, de qualité et d'hygiène ;

- **Mise en place d'un système assurance qualité, HACCP et certification.**

IV. 3. 2. Moyens de limitation et de curation : ils font intervenir différents facteurs :

- Choix des matières premières et des fournisseurs.

- Techniques de limitation de la flore préexistante ou des contaminations (nettoyage de la matière première; techniques de pasteurisation, de stérilisation, de conservation ; application des instructions HACCP, des normes ISO, de la réglementation, etc.) ;
- Mise en place d'un système de traçabilité (il faut être capable de reconnaître un produit et son histoire depuis la matière première) ;
- Gestion des incidents et des non-conformités, etc. (**Guiraud ,2003**).

IV. 3. 3. Contrôles

Selon **Guiraud (2003)**, ils se font à plusieurs niveaux :

- Surveillance médicale du personnel;
- Surveillance de la chaîne de fabrication (prélèvements et contrôles);
- Contrôles sur le produit fini;
- Contrôles de la charge microbienne du matériel et de l'environnement (air, eau) de l'efficacité du nettoyage.

Il peut s'agir d'un auto-contrôle réalisé par l'entreprise ou sous-traité à un laboratoire compétent et/ou agréé.

V. Bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de fabrication (BPF) sont considérées comme préalables au système HACCP ; quand on analyse les dangers potentiellement présents dans les denrées alimentaires, prévenant des 5M matière, (milieu, méthodes ,matériels, mains d'œuvre) on peut remarquer que de mauvaises pratiques d'hygiène et de fabrication sont une des plus grandes causes d'apparition de dangers et que 4M sur 5M sont concernés : Milieu, Main d'œuvre, Matériel, Méthode. C'est pourquoi le système HACCP fait référence à ces BPH et BPF dans les mesures préventives (**Quittet et Nelis, 1999**).

V. 1. Définition

L'OMS définit les BPF comme suit : « un des éléments de l'assurance de la qualité ; elles garantissent que les produits sont fabriqués et contrôlés de façon uniforme et selon des normes de qualité adaptées à leur utilisation et spécifiées dans l'autorisation de mise sur le marché». La mise en place des BPF s'inscrit dans la logique de la démarche qualité comme l'indique clairement la définition de l'OMS.

Le principe directeur des BPF, c'est que la qualité est intégrée au produit et non pas simplement testées dans un produit fini. Par conséquent, l'assurance de la qualité signifie non seulement que le produit répond aux spécifications définitives, mais aussi qu'il a été obtenu par les mêmes méthodes et dans les mêmes conditions chaque fois qu'il est fabriqué (OMS, 1997). Les BPF ou programmes préalables sont des procédés qui révèlent du simple bon sens et dont l'objet est de créer les conditions permettant de prévenir, de réduire ou de maîtriser les risques de contamination microbienne, chimique et physique (Ministère d'agriculture, 2006).

Les BPF et les BPH peuvent être classés en utilisant un outil de qualité : le diagramme d'Ishikawa ou diagramme des 5M.

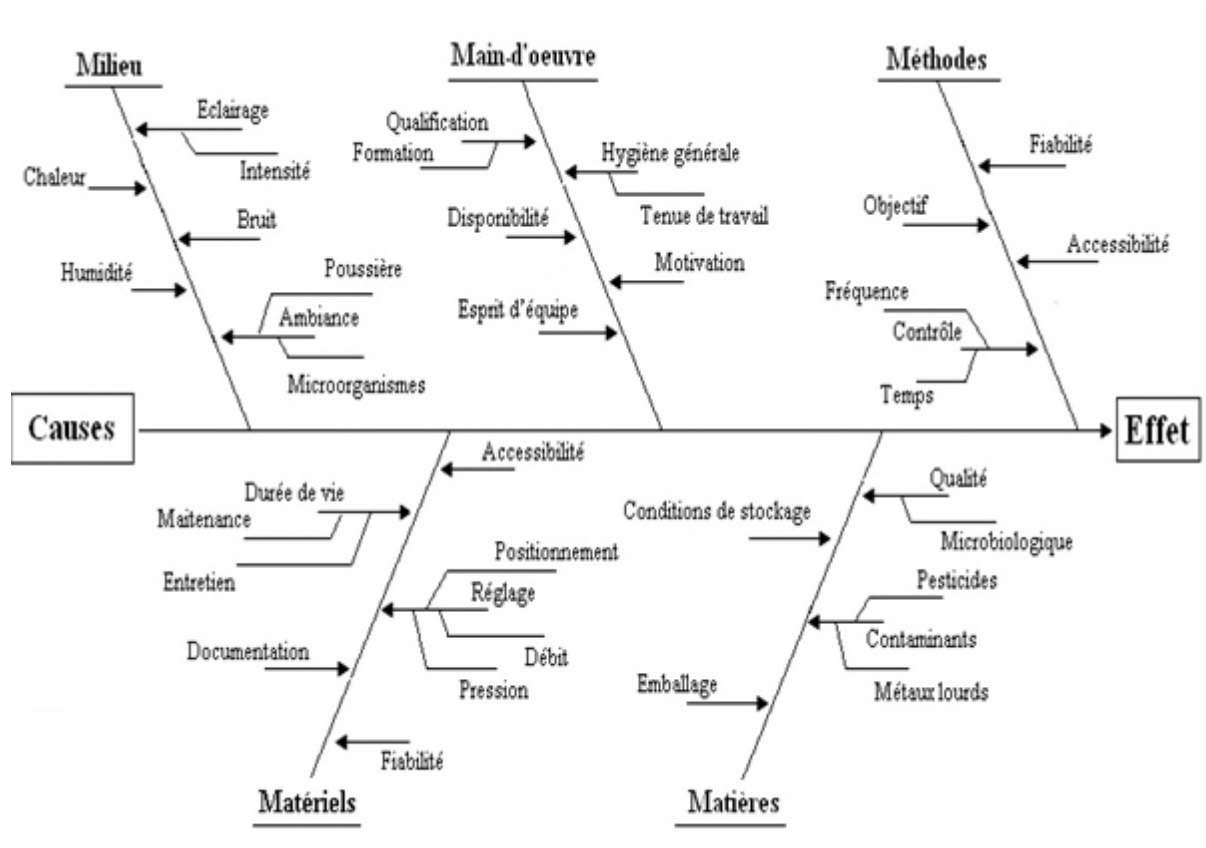


Figure 01. Diagramme d'Ishikawa (Chauvel, 1985).

V.2. Nécessité de l'hygiène dans l'industrie agro-alimentaire

Une bonne hygiène est une nécessité dans toutes les industries alimentaires. Le consommateur a le droit d'exiger à la fois de bonne qualité et une bonne durée de vie.

V.2.1. Formation de biofilm

Selon **Parot (2007)**, dans les écosystèmes naturels, les micro-organismes vivent généralement au sein de communautés microbiennes appelées biofilms. Un biofilm est constitué de micro-organismes adhérant à une surface ou une interface en milieu humide ou aqueux .

Depuis plusieurs années, les biofilms sont la cible d'importantes recherches montrant que leurs propriétés biologiques sont aussi diverses que les organismes qui les constituent et qu'il existe une multitude d'environnements dans lesquels ils peuvent se développer. Les recherches sont axées soit sur la lutte contre les biofilms, ceux-ci étant responsables de nombreux problèmes économiques et sanitaires.

La formation d'un biofilm bactérien sur une surface solide est un phénomène complexe dans lequel des processus physiques, chimiques et biologiques sont impliqués.

Le développement sous forme de biofilm sur une surface constitue un moyen efficace pour les micro-organismes de subsister dans un micro-environnement favorable à leur croissance. Cette structure particulière leur confère également des propriétés spécifiques de résistance entraînant de nombreux problèmes dans différents secteurs d'activité.

L'ensemble des secteurs industriels est également confronté à la biodétérioration des matériaux sur lesquels s'installent les biofilms. Ce phénomène touche notamment les métaux.

La présence de biofilms a par ailleurs un impact considérable dans l'industrie agroalimentaire touchant tous les secteurs tel que le secteur laitier, tout équipement non stérilisé abrite des micro-organismes qui peuvent démarrer un processus de colonisation notamment dans des zones peu accessibles au nettoyage et à la désinfection.

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

V.2.2. Hygiène du matériel

Dans des conditions appropriées, les organismes qui restent attachés de façon irréversible à des surfaces inertes grandissent et se développent dans des micro-colonies, et avec le temps, de vastes biofilms peuvent se former. Des parties de biofilm peut se détacher et être transportés vers d'autres parties du système. Les cellules du biofilm excrètent des substances polymériques extracellulaires (EPS), formant une matrice qui contribue à stabiliser le biofilm. La fixation des bactéries, la production EPS et la formation de biofilms sont touchés par une variété de facteurs, y compris l'organisme, surface de fixation, la disponibilité des nutriments et la température (**Douglas et al., 1993**).

La conception hygiénique de l'équipement de transformation des aliments est indispensable si une sécurité microbiologique du produit doit être produite car les micro-organismes peuvent être introduits directement à partir de matériel infecté lors de la préparation des aliments (**Ramesh et Chakkaravarthi, 2003**).

Le nettoyage et la désinfection des surfaces de contact avec les aliments sont réalisés par une combinaison de procédés physiques, thermiques et chimiques. La circulation d'un volume suffisant de solutions de nettoyage à la vitesse et la température suffisante est nécessaire pour bien nettoyer les surfaces de contact avec le lait. Une petite quantité de sol résiduel peut faciliter la fixation des bactéries, la survie et la croissance. Si ce n'est pas inactivé ou enlevés pendant le nettoyage, les bactéries restantes peuvent éventuellement se détacher et contaminer l'approvisionnement en lait. Cela peut affecter la qualité, et si les agents pathogènes sont présents, la salubrité du lait (**Douglas et al., 1993**).

La conception hygiénique d'un très haut niveau est indispensable dans l'usine., des principes sur lesquels une norme minimale pourrait être mis en place tel que:

- Toutes les surfaces en contact avec les aliments doivent être inertes à l'alimentation sous des conditions d'utilisation, et les constituants de leurs surfaces ne doivent pas migrer dans l'aliment ou être absorbée par l'aliment en quantités ce qui pourrait mettre en danger la santé.
- Toutes les surfaces en contact avec les aliments doivent être lisses et non poreux afin que de minuscules particules de nourriture et les bactéries, ne soit pas difficile à

déloger, devenant ainsi une source potentielle de contamination. (**Ramesh et Chakkaravarthi, 2003**).

V.2.3 Hygiène du personnel

L'homme en bonne santé est colonisé par des milliards de micro-organismes. Installés en surface sur la peau, ils constituent la "flore cutanée", à l'intérieur de notre corps, ils sont localisés essentiellement dans l'appareil digestif et constituent la flore intestinale. Chaque individu est susceptible de devenir, de façon transitoire, porteur d'une flore de contamination cédée par un environnement contaminé. Dès lors, l'individu pourra à son tour transmettre et propager les germes si aucune protection n'est prise. Le personnel va être à même de contaminer les denrées de deux façons:

- Par contact: avant tout manuel.
- Par émission de particules porteuses de germes.

Il est important d'insister sur les risques de contamination par les mains dans une industrie alimentaire et de signaler que le port de gants est souvent une protection illusoire car la flore qui se développe sur la peau enfermée, humide et à bonne température, s'échappe par les perforations inévitables (**Belloin, 1993**).

V.2.4. Hygiène de l'air

Les niveaux d'hygiène vont être définis plus pour l'environnement de la production que pour la production elle-même pour la quelle c'est le procédé de production qui détermine la qualité microbiologique. Il va s'agir de maîtriser les flux de contamination du produit pouvant résulter de l'atelier et de l'activité qui s'y déroule. L'environnement de l'atelier peut aussi être pris en compte.

Dans les industries alimentaire on est bien sur très sensible par les risques de contamination microbiologique apporté par les particules aéroportées « viable » à cause des répercussions que cela peut avoir tant sur le plan sanitaire que sur le plan industriel.

La se situe le premier rôle de la filtration de l'air en industrie agro-alimentaire qui consiste à la protection des procès en améliorant la qualité microbiologique de l'air par élimination de particules fines (**Bourgeois et al., 1996**).

Partie pratique

Nous avons sollicité deux organismes pour l'élaboration de cette étude : la fromagerie « LAVALAIT » ainsi que le laboratoire de contrôle de qualité « PREVOLAB ». Ces deux organismes sont liés par un contrat de prestation de service étant donné que la fromagerie « LAVALAIT » ne dispose pas d'un laboratoire d'autocontrôle.

1. Fromagerie « LAVALAIT »

L'unité « LAVALAIT » fut créée en 2001, elle est située à El-Kseur (wilaya de Béjaïa). C'est une fromagerie privée réalisée dans le cadre de l'emploi de jeunes avec trois actionnaires. Elle occupe une superficie de 200 m².

Elle produit du fromage pâte molle type « Camembert ». Sa capacité de production est de 500 boîtes de camembert par jour en instituant un système de travail continu en deux équipes (11 ouvriers).

Cette unité peut être décrite comme suit:

1. 1. Salle de réception

Est une salle où il y a le bureau et tout ce qui concerne l'administration de l'unité, en plus d'une petite bibliothèque de documentation.

1. 2. Salle de reconstitution

Est une salle où la reconstitution du lait est effectuée, ainsi que le passage vers le pasteurisateur.

1. 3. Salle de caillage

Est une salle où l'ensemencement des ferments (40°C), coagulation, emprésurage à 40°C, découpage, brassage, moulage et égouttage sont effectués. Le lait est acheminé du pasteurisateur à la cuve de fermentation à l'aide d'un tuyau.

1. 4. Salle de salage

Est une salle où le démoulage et le salage sont effectués manuellement. Cette opération est assurée par deux personnes.

1. 5. Chambre froide I

Salle d'essorage permettant d'éliminer l'humidité du fromage à une température allant de 11 à 13°C, elle est équipée d'étagères appelées « claies » en acier inoxydable permettant le dépôt du fromage. Au bout de 5 jours d'entreposage, le fromage est transféré à la chambre froide II.

1. 6. Chambre froide II

Salle d'affinage ayant une température allant de 9 à 12°C. A l'instar de la chambre froide I, elle est équipée de « claies » sur lesquelles le fromage est déposé. Au bout d'environ 7 jours d'affinage, le fromage est transféré à la salle d'emballage.

1. 6. Salle d'emballage : où les portions de fromage (100 g) sont emballées manuellement. Cette salle fait appel à 3 personnes et faisant intervenir, en cas de besoin, le personnel de la salle de salage.

2. Laboratoire « PREVOLAB »

Le laboratoire « PREVOLAB » est une société au nom commun (SNC) spécialisée dans le contrôle alimentaire se situe à la commune d'El- Kseur (Wilaya de Bejaia), c'est un établissement privé, opérationnel depuis Juillet 2009. Il occupe une superficie de 150 m². Ce laboratoire est divisé en deux sections : section Microbiologie et section Physicochimie dont les tâches sont assurées par un personnel qualifié formé de trois employées.

Cet organisme se présente comme suit :

2. 1. Réception

Où il y a le bureau et tout ce qui concerne l'administration du laboratoire, en plus d'une petite bibliothèque de documentation.

2. 2. Salle d'analyses physico-chimiques équipée du matériel suivant : Centrifugeuse, dessiccateur, four à moufle, spectrophotomètre, balance électrique, pH-mètre, une haute chimique, réfrigérateur et toute la verrerie utilisable dans un laboratoire.

2. 3. Salle de lavage, séchage de la verrerie et d'incubation : Cette salle est équipée d'un lavabo, d'une paillasse sur laquelle est déposé les étuves et l'autoclave.

2. 4. Salle d'analyses microbiologiques

Cette salle est bien isolée, à l'abri des courants d'air. Pour y accéder, les précautions d'asepsie sont de rigueur. Cette salle est menée d'une paillasse équipée de deux becs bunsen, d'un microonde et d'une balance électrique.

1. Procès de fabrication du camembert

Le camembert est fabriqué en plusieurs étapes, selon des principes élaborés au cours de longues années d'expérimentation. Chaque sorte a sa propre recette à laquelle vient souvent s'ajouter une note de terroir.

Le camembert produit par la fromagerie « LАVALAIT » est fabriqué à partir de la poudre de lait (26 à 28% de matière grasse), Le lait est reconstitué dans une cuve en acier inoxydable (ALFA-LАVAL) avant de passer au pasteurisateur. Après pasteurisation il estensemencé avec des ferments de marque CHOOZIT (DANISCO, France): mésophiles 1,5g/100l de lait, thermophiles 0,8g/100l de lait et de levures et moisissures (*Geotricum candidum*+*Penicillium candidum* 0,5g) dans une cuve d'acier inoxydable (cuve de caillage), le lait est acheminé du pasteurisateur à la cuve de caillage à l'aide d'un tuyau.

A l'aide de la présure (30-35 ml/100l de lait), il se transforme en caillé. L'autopressage dans des moules ronds à base d'acier inoxydable se fait pendant 15 à 20 heures au cours des quelles les fromages sont retournés quatre fois manuellement. Après démoulage, ils sont salés manuellement. puis, ils sont placés sur des claies en acier inoxydable. Au niveau de la chambre froide I à 11-13°C et à 90% d'hygrométrie. Les fromages sontensemencés par pulvérisation de deux espèces fongiques (*Penicillium candidum* et *Geotricum candidum*), ces derniers sont responsables de la formation de la croûte après affinage. Après cinq jours d'entreposage le fromage est transféré dans le local d'affinage (chambre froide II à 9-12°C) pendant sept jours. Lorsque les moisissures blanches se sont suffisamment développées (généralement au bout de 10 à 12 jours), les fromages sont emballés.

Le schéma présenté sur la figure (2) récapitule les étapes de fabrication du camembert au niveau de la fromagerie « LАVALAIT ».

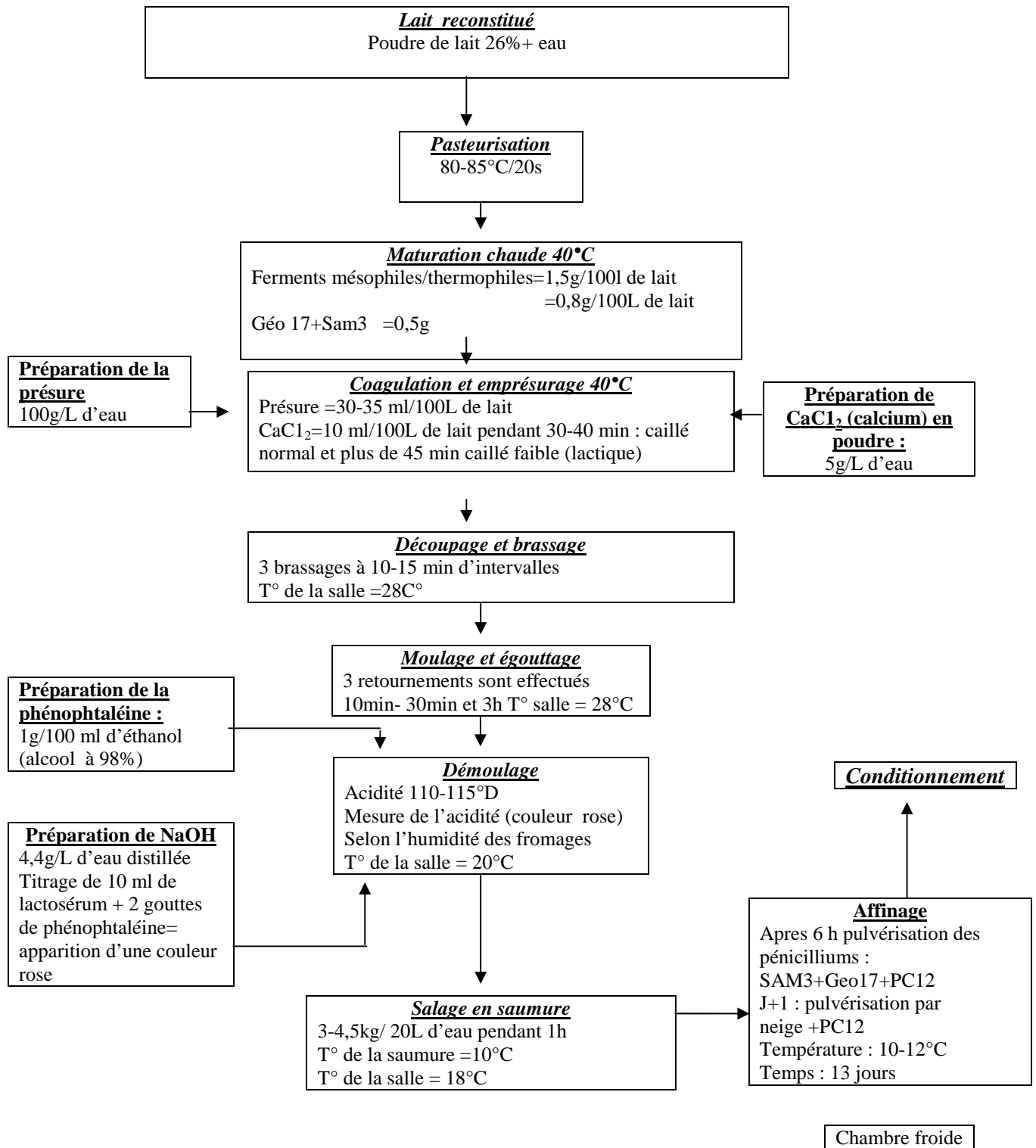


Figure 02. Schéma récapitulatif des étapes de fabrication du Camembert au niveau de la fromagerie « LAVALAIT »

2. Analyses effectuées

Au sein de la fromagerie «LAVALAIT», nous avons réalisé des analyses microbiologiques de l'environnement de l'entreprise (surfaces des murs, air ambiant et surfaces du matériel), des mains du personnel et le produit finis ainsi que la caractérisation des ferments utilisés.

2. 1. Prélèvements de surface

Afin de mettre en évidence toute contamination des surfaces étudiées, la méthode d'écouvillonnage est utilisée. Cette technique, simple d'utilisation, peut être utilisée pour les surfaces importantes, non absorbantes, irrégulières ou comportant des recoins et pour lesquelles les techniques utilisant les boîtes gélosées ne conviennent pas (**Lebreton, 1998**).

Les écouvillons, ayant servis aux prélèvements, sont immédiatement incorporés dans des tubes de bouillon nutritif (Institut Pasteur d'Algérie, IPA) ou de bouillon MRS (IPA). A l'arrivée au laboratoire, des ensemencements sont réalisés en masse et en surface de milieux gélosés adéquats et incubés à la température et durant la durée correspondant à chaque flore dénombrée.

Les bouillons sont également pré-incubés pendant 24 h directement ou après repiquage sur bouillon de Rothe (IPA), dans le cas de la recherche des entérocoques, afin d'enrichir le prélèvement. Des ensemencements sont par la suite réalisés sur géloses adéquates.

L'ensemble des analyses est décrit ci-dessous.

2. 2. Analyses

2. 2. 1. Matériel de fabrication

Les prélèvements sont effectués sur la surface, en contact avec le fromage, de tout le matériel utilisé à travers la chaîne de fabrication, l'air, les mains du personnel, les ferments utilisés ainsi que sur le produit fini. Le matériel utilisé est inspecté est un matériel en acier inoxydable et consiste en : Cuve de reconstitution (ALFA-LAVAL, Inox), cuve de caillage, moules (au nombre de trois), plats d'égouttage, tranche caillé (sorte de grille) et claies (au nombre de deux).

Deux prélèvements sont réalisés sur chaque surface. Le tableau II illustre les différentes flores dénombrées ou recherchées et les méthodes utilisées.

Remarque

Le matériel est inspecté juste après utilisation et après la procédure de lavage. Après lavage uniquement le taux de la flore totale est déterminé.

Tableau II. Flores dénombrées et méthodes utilisées lors de l'inspection des surfaces du matériel utilisé dans la fabrication du camembert « LAVALAIT »

Flore	Ensemencement	Milieu	Température et durée d'incubation
Flore totale	En masse et en surface	GNO (IPA)	37°C/24- 48 h
Staphylocoques	En masse et en surface	Chapman (Scharlau, Espagne)	37°C/24-48 h
Coliformes fécaux	En masse	VRBL (IPA)	44°C/ 24 h-7 jours
Salmonelles	En masse	Gélose SS (Laboratoire DIB d'El-Kseur (Bejaia, Algérie)	37°C/24-48 h
Bactéries lactiques	En masse et en surface	MRS (IPA)	37°C/72 h
Levures et moisissures	En masse et en surface	PDA (IPA)	22°C/5 jours
Entérocoques	1 ml dans 9 ml de bouillon	Rothe D/C (IPA)	44°C/ 24 h
	En masse	GNO (IPA)	44°C/ 24-48 h

2. 2. 2. Murs des salles de salage et de caillage

Les mêmes flores sont dénombrées au niveau des murs en utilisant les mêmes procédures décrites dans le tableau II.

2. 2. 3. Murs des deux chambres froides

Deux prélèvements sont réalisés sur chaque mur. Le tableau III illustre les différentes flores dénombrées ou recherchées et les méthodes utilisées.

2. 2. 4. Mains du personnel

Les individus destinées à faire l'objet d'une analyse microbiologique de leurs mains sont choisis au hasard, au nombre de quatre (4) sur un total de 8 personnes. Ils sont répartis comme

suit : Deux, intervenant à l'étape du salage et deux autres à l'étape d'emballage. Les prélèvements sont réalisés sur l'ensemble de la surface leurs mains nues et après port de gants.

Les flores dénombrées consistent en la flore totale, staphylocoques, coliformes fécaux et entérocoques. Les procédures utilisées sont celles présentées dans le tableau II ci-dessus.

Tableau III. Flores dénombrées et méthodes utilisées lors de l'inspection des murs des deux chambres froides au niveau de l'unité « LAVALAIT »

Flore	Ensemencement	Milieu	Température et durée d'incubation
<i>Pseudomonas</i>	En surface	GNO (IPA)	4°C/24- 48 h
Bactéries lactiques	En masse et en surface	MRS (IPA)	4°C/72 h
Levures et moisissures	En masse et en surface	PDA (IPA)	4°C/5 jours

3. Produit fini

Les analyses sont effectuées sur deux échantillons (portions de 100 g) prélevés au hasard après affinage. 10 g sont prélevés à la surface et en profondeur du fromage. Les flores dénombrées sont les bactéries lactiques et les levures moisissures.

Une analyse complète du fromage est réalisé par les Ingénieurs du laboratoire « PREVOLAB » sur demande du propriétaire de « LAVALAIT » dans le cadre d'une prestation de service. Cette analyse n'a pu être réalisée par nous-mêmes vu le manque de moyens dont nous disposons.

Les procédures utilisées sont décrites dans le tableau IV.

Tableau IV. Mode opératoire d'analyse du produit fini

Flore	Ensemencement	Milieu	Température et incubation
Levures et moisissures	En masse	PDA (Institut Pasteur d'Algérie)	22°C/ 5jours
Bactéries lactiques	En masse	MRS (Institut Pasteur d'Algérie)	37°C/ 3 jours

4. Caractérisation des ferments

Une étude de la viabilité des ferments utilisés ainsi que leur caractérisation sont réalisées. Les ferments étudiés sont sous forme lyophilisée, de marque CHOOZIT (DANISCO, France), vendus dans des sachets. 1g de chaque ferment est prélevé et mis dans 9ml de lait UHT, des dilutions décimales jusqu'à 10^{-8} ont été réalisées afin de faciliter le dénombrement et de pouvoir mieux visualiser l'aspect des colonies.

L'analyse est effectuée tel que présenté dans le tableau V.

Tableau V. Mise en culture des ferments

Flore	Ensemencement	Milieu	Température et durée d'incubation
<i>Geotricum candidum</i>	En surface	PDA (IPA)	22°C/5 jours
<i>Penicilium candidum</i>	En surface	PDA (IPA)	22°C/5 jours
Mesophiles (MA 14 LYO 50 DCU)	En masse et en surface	MRS (IPA)	37°C/72 h
Thermophiles (TA 52 LYO 50 DCU)	En masse et en surface	MRS (IPA)	44°C/72 h

La caractérisation est effectuée au niveau du laboratoire de Microbiologie Appliquée (université de Béjaia) en réalisant une coloration de Gram et un test catalase pour les bactéries et une observation de l'aspect macroscopique et microscopique des moisissures.

Résultats et discussion

1. Flore totale sur les différents sites de l'atelier ainsi que le personnel

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).

Pour cela nous avons estimé le taux de contamination de différents sites de l'atelier de fabrication du « camembert » au niveau de la fromagerie « LAVALAIT » ainsi que les mains du personnel entrant en contact avec le produit (salage, emballage manuels).

Le dénombrement de la charge globale (flore totale) a permis d'obtenir les résultats illustrés sur la figure 03.

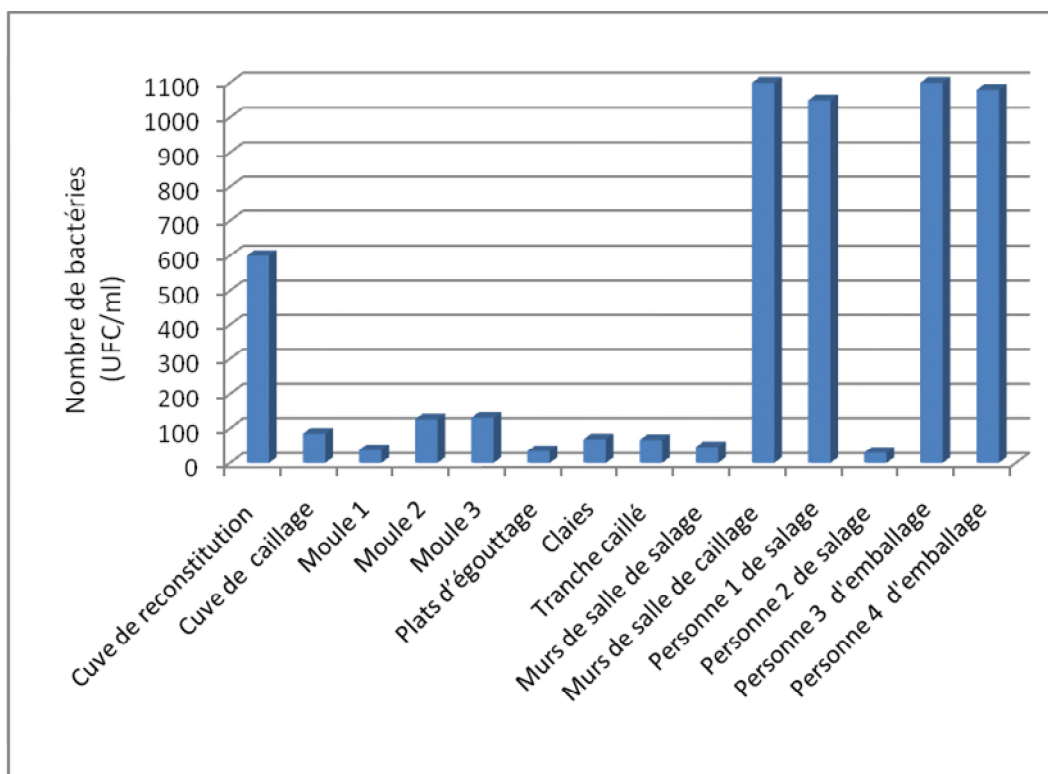


Figure 03. Résultats du dénombrement de la flore totale au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie ainsi que les mains du personnel.

Les résultats montrent qu'une croissance relativement forte de la flore totale apparaît au niveau de la cuve de reconstitution (600 UFC/ml), par contre y'a une diminution notable (85 UFC/ml) au niveau de la cuve de caillage; cette différence pourrait être la résultante de la pasteurisation à l'origine de la réduction de la flore totale. Les flores récupérées au niveau de

la cuve de reconstitution proviennent du lait reconstitué (poudre de lait+ eau de procès) ainsi que de la contamination originelle de la cuve (persistance après lavage). Par contre, au niveau de la cuve de préparation, nous avons la flore du lait pasteurisé (n'ayant pas eu le temps de proliférer) et la flore originelle ayant persisté après lavage ; sachant que les ferments lactiques ajoutés ne peuvent être récupérés sur gélose nutritive.

Nous constatons également une différence dans le taux de contamination des trois moules inspectés (38, 126 et 130 UFC/ml respectivement), quoique ces derniers sont fabriqués avec le même matériau (acier inoxydable) et ont été utilisé en même temps et dans les mêmes conditions. De même, sur le reste du matériel (plat d'égouttage, tranche caillé et claies), nous remarquons un taux de contamination relativement faible (35, 67 et 69 UFC/ml respectivement).

Concernant les autres sites inspectés, les murs de la salle de préparation (caillage) semblent fortement contaminés ($> 10^3$ UFC/ml). Ceci n'est pas surprenant du fait que c'est dans cette salle que la fermentation, le moulage et l'égouttage sont effectués, faisant intervenir plusieurs personnes avec des mouvements brusques et permanents. La présence de grande quantité d'eau dans cette salle est également un facteur favorisant la dispersion de gouttelettes d'eau et l'adhésion des microorganismes aux murs.

Contrairement à cette ambiance agitée, la salle de salage est caractérisée par la présence d'un personnel réduit (4 personnes) avec des mouvements plus ordonnés dans un endroit limité, ce qui pourrait expliquer la faible charge microbienne enregistrée au niveau de cette salle (47 UFC/ml). De même, les murs des deux salles froides (I et II) ont été indemnes de toute contamination, vu la température y régnant (12 et 9°C respectivement).

Le personnel chargé du salage trempe leurs mains dans de l'eau de javel dilué avant chaque opération et portent des gants, malgré cela y'a présence d'un certain nombre de bactéries au niveau de ces derniers. En effet, des taux allant de 30 à $> 10^3$ UFC/ ml, respectivement, ont été enregistrés sur les mains des deux personnes inspectées. Nous avons remarqué une grande différence entre le nombre de bactéries ayant poussé sur GNO après 24 et 48 h respectivement à partir des prélèvements effectués sur les mains de la personne 2. Ceci pourrait témoigner de l'état lésé ou stressé des cellules bactériennes suite à la présence du sel et/ou à la procédure de nettoyage (eau de javel).

D'après le centre de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales de l'inter-région Paris (**CCLINIP, 2001**), la flore bactérienne varie qualitativement et

quantitativement d'un site à un autre chez un même individu ainsi que d'un individu à un autre, c'est ce qu'on constate d'après les personnes 1 et 2 du salage.

Parallèlement, quoique le personnel chargé de l'emballage se lave les mains avec un détergeant (liquide vaisselle) et de l'eau de javel avant d'effectuer l'emballage, une charge bactérienne élevée ($> 10^3$ UFC/ml) est observée lors de l'analyse de leurs mains, cela pourrait être la conséquence du non port de gants, en plus du fait qu'ils touchent aux caisses et à d'autres choses sans se laver les mains après.

La présence d'une flore microbienne sur les mains n'est pas surprenant car il est connu que les mains contiennent une flore résidente qui regroupe des microorganismes commensaux, se situant au niveau des couches superficielles, ou dans les couches profondes (CCLINIP, 2001).

De plus, les mains constituent la voie la plus importante de transmission des infections croisées. Des microorganismes indésirables, parmi lesquels éventuellement des microorganismes multi-résistants, sont indirectement transportés d'un individu à l'autre et d'un individu à l'aliment par l'intermédiaire des mains, pour cela le lavage et la désinfection des mains sont très essentiels et le port de gants prévient la transmission de micro-organismes.

2. Staphylocoques sur les différents sites de l'atelier ainsi que le personnel

Staphylococcus aureus est l'espèce la plus pathogène du genre *Staphylococcus*. Elle est responsable de graves intoxications alimentaires. Le pouvoir pathogène de celle-ci ainsi que sa capacité de persistance dans l'environnement nous ont amené à effectuer cette étude pour estimer sa charge dans les différents sites de l'atelier. Une estimation du taux de *S. epidermidis*, un commensal des muqueuses cutanées (nez et peau), est également réalisée afin de s'orienter vers l'origine de la contamination (personnel).

A travers les résultats (figure 04), nous avons pu constater la présence de deux cellules de *S. aureus* au niveau de la cuve de reconstitution juste après vidange, cette valeur ne semble pas importante pour être à l'origine d'effet néfaste au niveau de la fromagerie.

Cette contamination peut avoir comme origine la matière première (poudre de lait) utilisée lors de la production en question ou la persistance de la bactérie sur les surfaces de la cuve après nettoyage et désinfection. *S. aureus* retrouvée au niveau de la cuve de reconstitution a

été carrément éliminée lors du passage de celle-ci dans la cuve de caillage après passage par le pasteurisateur, cela indique le bon déroulement de la pasteurisation (80-85°C/ 20s).

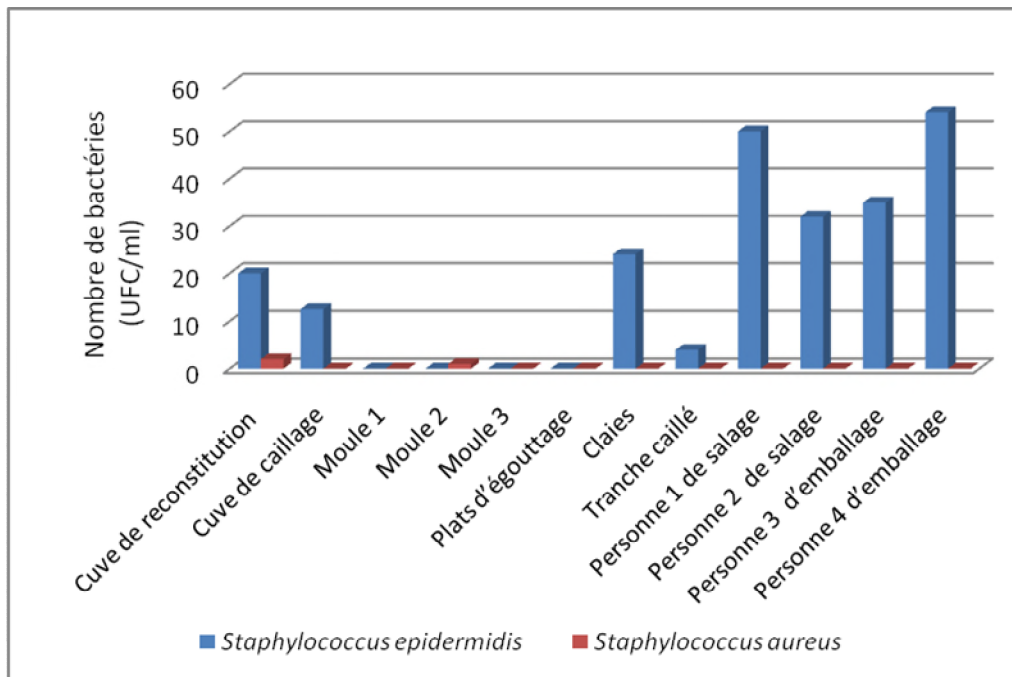


Figure 04. Résultats de la recherche des staphylocoques au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie ainsi que sur les mains du personnel.

Les staphylocoques peuvent être retrouvés dans une large gamme de produits alimentaires y compris les produits laitiers. L'être humain et les animaux restent le premier réservoir des staphylocoques qui peuvent facilement être transférés aux denrées alimentaires en cas de non maîtrise de l'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication.

Le manque d'hygiène accroît le risque d'exposition à *S. aureus* c'est pour cela qu'il est plus souvent recommandé d'appliquer les bonnes mesures pour une bonne hygiène dans une industrie agroalimentaire.

En parallèle, nous avons constaté une absence totale de celle-ci sur les autres sites de prélèvements et cela s'explique par l'application et la maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène dans la fromagerie « LAVALAIT ».

Par contre, les résultats montrent un nombre élevé de *S. epidermidis* sur les mains du personnel (figure 04). Ceci n'est pas surprenant du fait que la flore résidente des mains regroupe des microorganismes commensaux, se situant au niveau des couches superficielles, ou dans les couches profondes. Ils sont composés de bactéries aérobies principalement de cocci à Gram positif (*Staphylococcus epidermidis*). Cette flore bactérienne varie qualitativement, quantitativement d'un site à un autre chez un même individu ainsi que d'un individu à un autre (CCLINIP, 2001). Cela justifie la forte adhésion de *S. epidermidis* et la différence quantitative au niveau des mains du personnel.

Nous constatons également la présence de cette espèce au niveau des claies ainsi qu'au niveau du tranche-caillé, cela peut s'expliquer par la transmission de celle-ci depuis les mains du personnel jusqu'au matériel.

3. Salmonelles dans les cuves de reconstitution et de caillage

Dans l'industrie agro-alimentaire, la fréquence des aliments contaminés par *Salmonella* est élevée (environ 2,5%) (Stiegler, 2003). Pour cela, un contrôle a été effectué au niveau de la fromagerie « LAVALAIT ». Les résultats obtenus montrent l'absence de ces bactéries au niveau de tous les sites inspectés ce qui démontre l'efficacité des procédures de nettoyage et de désinfection appliquées et qu'il est conseillé de maintenir.

4. Bactéries lactiques au niveau des différents sites de l'atelier

Les bactéries lactiques se trouvant naturellement dans le lait, mais aussi elles représentent les principaux ferments utilisés en industrie laitière y compris l'industrie fromagère, elles sont apportées par les cultures transforment le lactose en acide lactique lors de la fermentation lactique sous presse. Elles sont également responsables de la formation des trous du fromage, par la production de certaines d'entre-elles de gaz carbonique. Elles dégradent également la caséine pour former le goût, l'arôme et la pâte du fromage mûr (Zufferey, 2012).

La présence de ces bactéries dans l'environnement d'un atelier de fabrication du fromage et/ou sur le matériel utilisé est très probable. Les résultats des analyses effectuées nous révèlent la présence de ces dernières uniquement au niveau des cuves de reconstitution (2 UFC/ml) et de caillage ainsi qu'au niveau de tranche-caillé (figure 05).

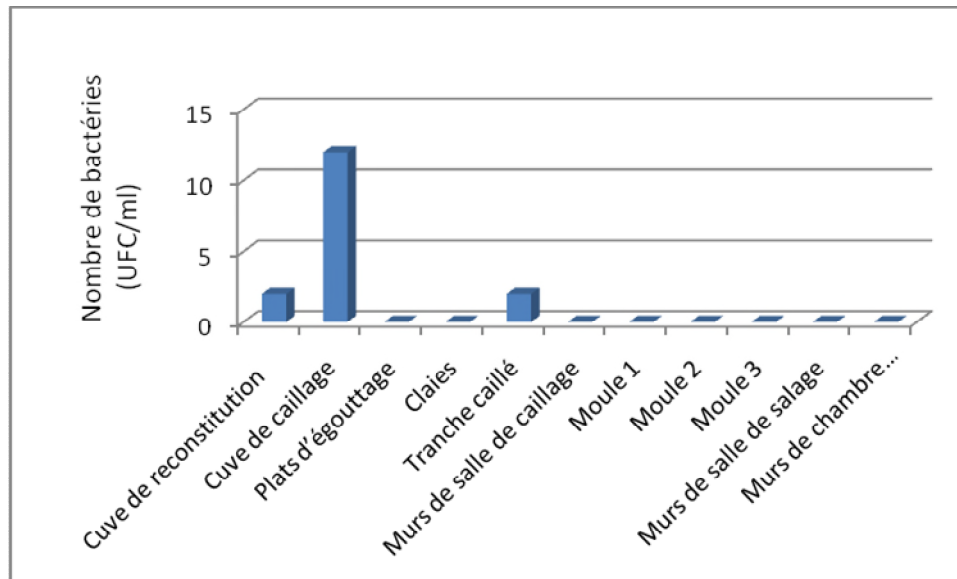


Figure 05. Résultats du dénombrement des bactéries lactiques au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie.

A travers ces résultats il est à noter qu'il ya eu une forte adhésion de bactéries lactiques au niveau de la cuve de caillage (12 UFC /ml) comparant à d'autres sites car la flore lactique est la première à intervenir dans la fabrication du fromage y compris dans la cuve de reconstitution, où elles sont inoculées volontairement dans le lait sous formes de ferments et c'est ce qui leur permet de se reproduire extrêmement vite.

Leur faible taux sur les autres sites met en cause la procédure d'analyse du fait que ces bactéries sont très exigeantes et difficiles à isoler mais pourrait également être la conséquence de leur piégeage dans le caillé et non persistance sur le matériel non projection sur les murs.

5. Levures et moisissures sur les différents sites de l'atelier

La présence de levures et moisissures en industries agro-alimentaires n'est pas surprenante du fait de la présence de grandes quantités d'eau, un facteur favorable à leur développement. De plus, en fromagerie elles sont employées comme ferments d'affinage. Les résultats des dénombrements réalisés au niveau des différents sites de prélèvements montrent la présence plutôt de levures que de moisissures (figure 06).

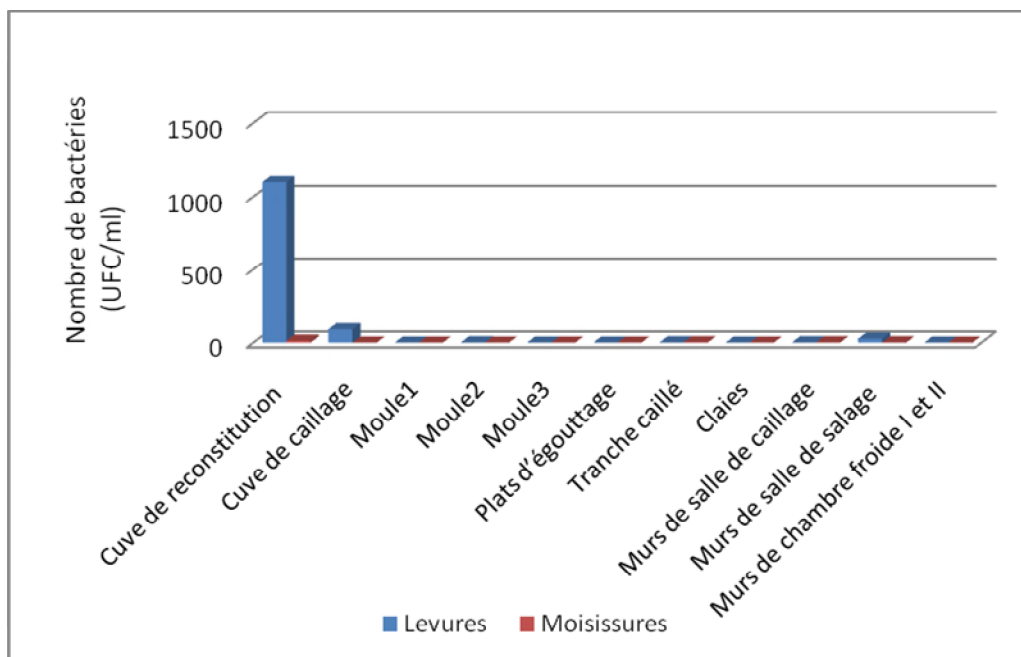


Figure 06. Résultats du dénombrement des levures et moisissures au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie.

A travers les résultats obtenus, une charge importante de levures a été retrouvée dans la cuve de reconstitution ($>10^3$ levures/ml) ainsi qu'au niveau de la cuve de caillage (90 levures/ml). En effet, étant donné leur grande capacité d'adaptation à de nombreux substrats, les levures sont très largement répandues dans l'environnement et se retrouvent de façon fréquente dans le lait mais, elles peuvent aussi être apportées volontairement sous forme de ferments. Leur croissance dépend de l'acidité, de la température, du taux de sel, mais aussi de la teneur en oxygène, elles contribuent efficacement par leurs activités enzymatiques élevées et variées à la protéolyse et à la lipolyse de la pâte au cours de l'affinage (**Forquin, 2010**). Par ailleurs, **Guillemot (2006)** affirme que l'acier inoxydable par rapport à d'autres matériaux permet une adhésion très marquée des levures.

D'après les résultats obtenus, il est à noter qu'il y a eu présence d'un nombre très réduit de moisissures (3 moisissures/ml) au niveau de la cuve de reconstitution, tranche-caillé (2 moisissures/ml) et murs des salles de salage et de préparation (1 moisissure/ml).

L'absence de moisissures au niveau des murs des chambres froide I (12°C) et II (6°C) pourrait être due à l'absence de conditions favorables à leur persistance sur les murs. Leur présence est plutôt plus probable au niveau du sol et des surfaces horizontales par dépôt de poussière et de gouttelettes d'eau suspendues dans l'air.

6. Coliformes fécaux sur les différents sites de l'atelier ainsi que sur les mains du personnel

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C (Chevalier, 2003).

L'intérêt de la détection de ces coliformes au niveau de la fromagerie «LAVALAIT», réside dans le fait qu'ils sont considérés comme indicateur de contamination fécale et leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes entériques. Par ailleurs ils sont utiles pour mesurer le degré de contamination, car ils sont considérés comme étant des bons indicateurs de l'efficacité des procédures d'hygiène.

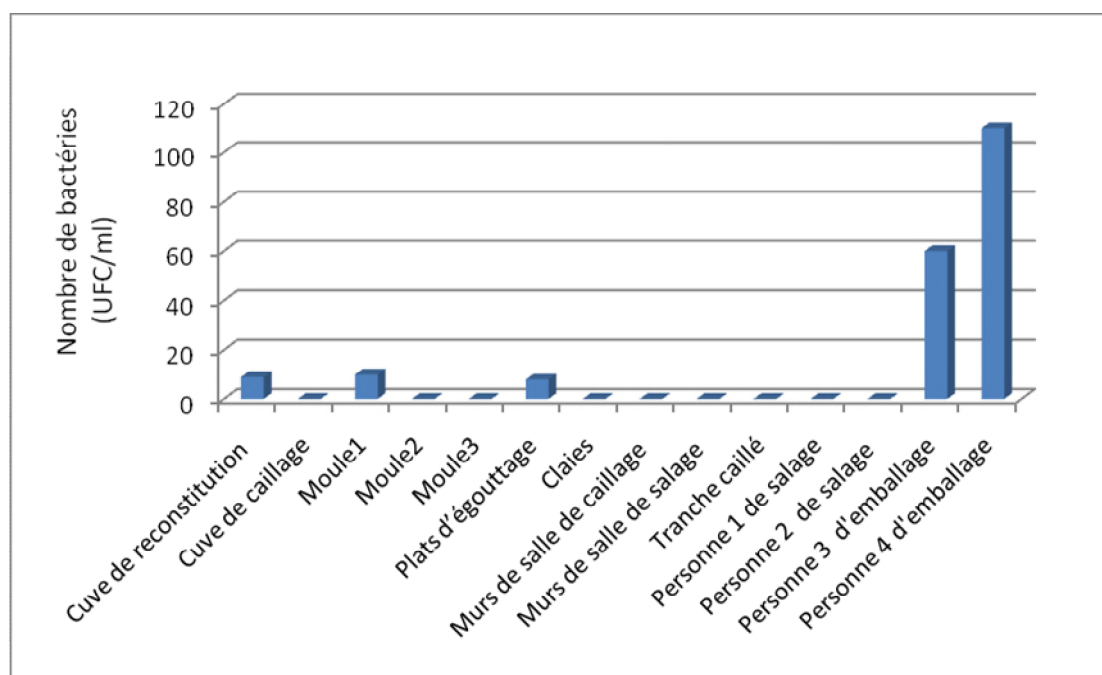


Figure 07. Résultats du dénombrement des coliformes fécaux au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie ainsi que les mains du personnel.

Nous constatons la présence d'un grand nombre de coliformes fécaux au niveau des mains du personnel de l'emballage (60 UFC/ml pour la personne 3 et 110 pour la personne 4), cela est peut être due aux mauvaises pratiques d'hygiène c'est pour cela que tout le personnel affecté à la manipulation et à la préparation des produits est tenu de se laver et de se désinfecter les mains au moins à chaque reprise de travail, à la sortie des sanitaires et à chaque

fois qu'il y a contact avec des surfaces souillées. Les blessures aux mains sont systématiquement recouvertes par un pansement étanche.

Nous constatons également leur présence au niveau de la cuve de reconstitution (9 UFC/ml), moule 1(10 UFC/ml) et plats d'égouttage (8 UFC/ml). Cependant ce qui est surprenant et que les colonies ne se sont développées qu'au bout de 7 jours d'incubation. Ceci laisse penser que ces bactéries proviennent d'une contamination fécale ancienne du matériel et que les cellules ont été détachées de la surface du matériau sur lequel un biofilm probable aurait pu s'installer.

7. Entérocoques sur les différents sites de l'atelier ainsi que sur les mains du personnel

D'après les résultats obtenus il est à noter qu'il y a absence totale d'entérocoques au niveau des différents sites inspectés. Ceci pourrait être la conséquence d'une part :

- De l'absence des entérocoques dans la matière première (poudre de lait et eau), ce qui expliquerait leur absence au niveau de la cuve de reconstitution.
- A leur destruction par les ferments lactiques lors du caillage si leur quantité a été très faible dans le lait reconstitué et qu'aucune d'elles n'a pu rester attaché à la surface de la cuve de reconstitution. Cela a été déjà rapporté par **Zufferey (2012)**, la fermentation enrichit le lait avec les bactéries lactiques désirées. Ces bactéries se multiplient très rapidement et assurent ainsi une acidification intense au départ. Cette acidification rapide empêche le développement des microorganismes indésirables.
- Bonne hygiène de l'ambiance de l'atelier et des mains du personnel.

8. Air au niveau de l'atelier

L'évaluation environnementale sert à confirmer l'existence d'une contamination microbienne variée, à localiser les sites où croissent les différents types de microorganismes et s'il y a lieu, à estimer l'ampleur de cette contamination et de l'exposition qui y est associée.

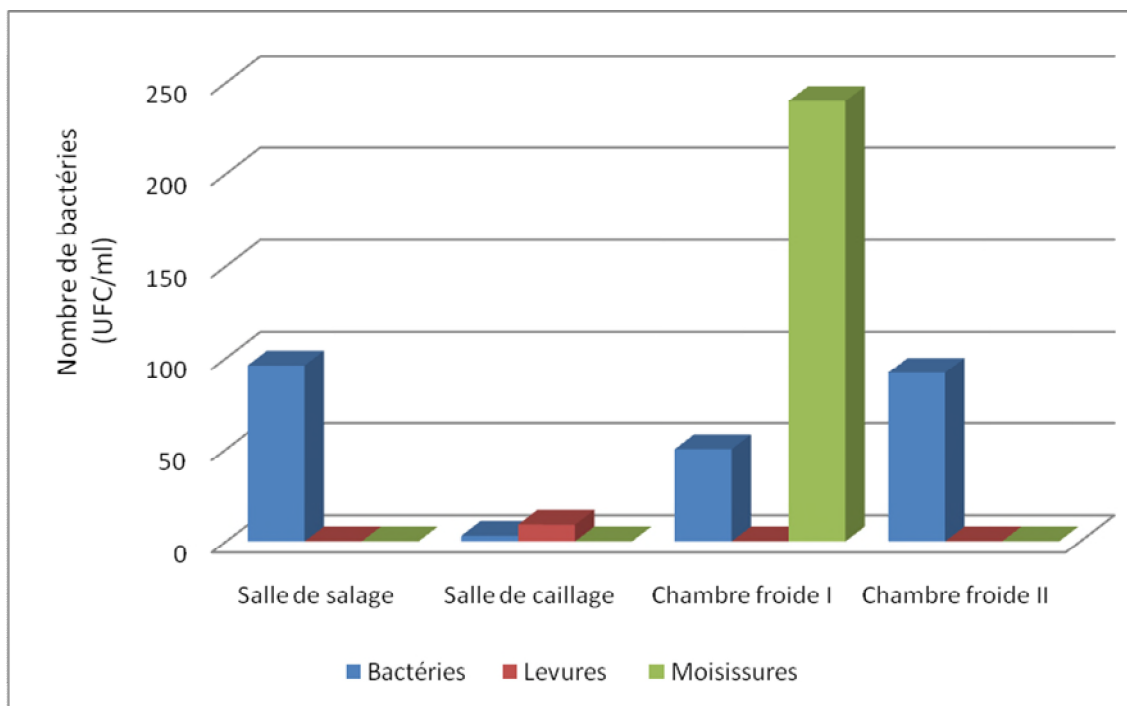


Figure 08. Résultats du dénombrement de la flore totale dans l'air de l'atelier de fabrication du camembert.

D'après les résultats obtenus on remarque un nombre significatif de bactéries dans la salle de salage cela est dû à l'accumulation d'air contaminé au fil du temps, étant donné que c'est une salle dont l'air n'est pas renouvelé.

La présence de moisissures (240 UFC/ml) dans la chambre froide I s'explique par la pulvérisation des ferments (*P. candidum*) sur les faces du camembert effectuée lors de l'affinage ainsi que leur capacité à résister aux conditions environnementales. L'aspect macroscopique et microscopique des moisissures retrouvées dans la chambre froide I confirment leur identité, ce qui témoigne donc de leur persistance dans cette chambre.

La présence de moisissures en milieu intérieur est devenue au fil des ans un sujet de préoccupation tant pour les professionnels de la santé que pour la population en général. Chaque moisissure produit un très grand nombre de spores dont l'ensemble, appelé sporée, se présente très souvent sous un aspect poudreux et coloré à la surface de la moisissure. Les spores peuvent résister à des conditions environnementales extrêmes, ce qui favorise leur survie dans différents milieux (Halewyn *et al.*, 2002).

En parallèle nous avons déterminé le nombre de levures dans l'air des différentes salles de la fromagerie « LAVALAIT ». Les résultats obtenus montrent l'absence des levures au niveau de l'air des salles inspectées à l'exception de la salle de caillage (9 levures/ ml)

Si le rôle des levures est reconnu comme bénéfique dans le domaine agroalimentaire, elles représentent aussi une source potentielle de contamination, compromettant ainsi la pérennité du procédé (qualité de l'aliment, hygiène des surfaces, rentabilité économique, risque sanitaire) (**Guillemot, 2006**).

De nombreux microorganismes sont capables de se disperser dans l'air et de rester viables, l'environnement offre une diversité de lieux susceptibles de supporter différentes sources de contamination. Chaque salle de l'atelier favorise le développement d'un écosystème particulier. La survie des microorganismes présents dans cet écosystème dépend de leur biologie ainsi que des conditions environnementales qu'offre le milieu (**Massicotte, 2009**).

9. Ferments et le produit fini

Dans le cadre de notre étude il devient donc primordial d'être en mesure de caractériser la flore fongique et lactique présente sur la surface et en profondeur du camembert en phase d'affinage et de détecter rapidement la présence d'autres genres et espèces fongiques contaminantes.

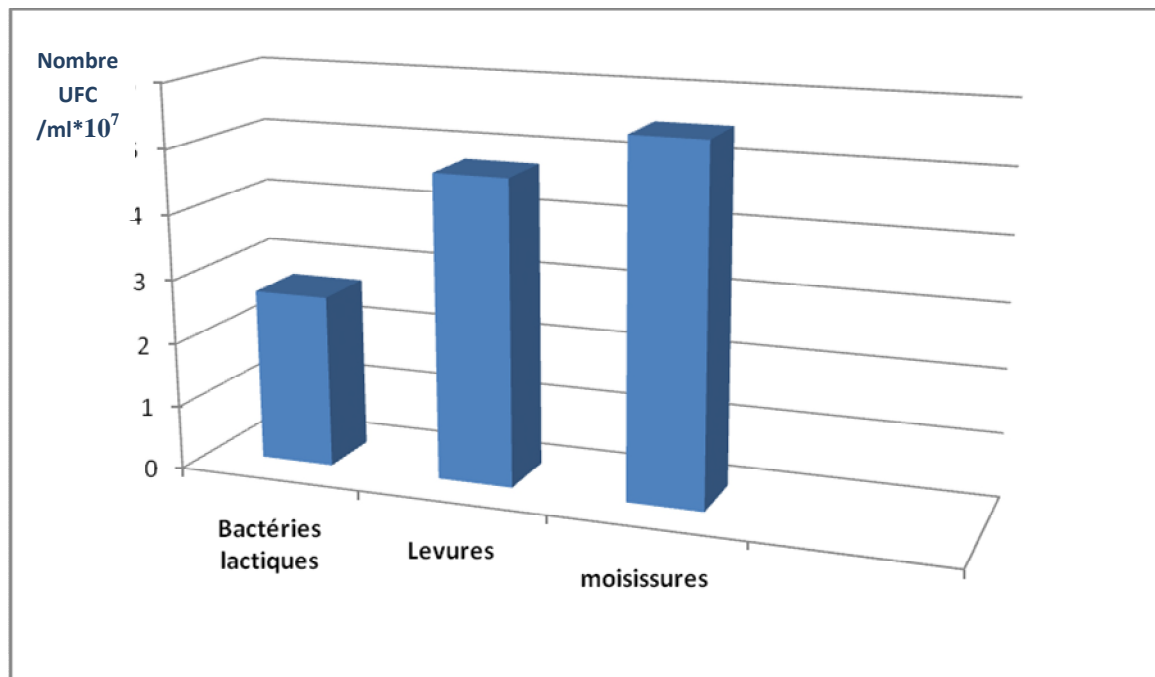


Figure 09. Résultats du dénombrement des bactéries lactiques ainsi que des levures et moisissures au niveau du produit fini.

A travers les résultats obtenus, il est à noter qu'il y a eu présence accrue de bactéries lactiques en profondeur du fromage. Ces bactéries étant inoculées directement dans le lait comme étant des ferments lactiques, ceci explique leur présence dans le fromage.

En parallèle, nous avons évalué la flore fongique se développant en surface, suite à quoi, on a remarqué une présence d'un nombre important de levures ainsi que de moisissures sur la croûte. Ceci serait le résultat de la pulvérisation de la flore fongique sur la surface de ce fromage.

On a également constaté que la flore fongique et les bactéries lactiques retrouvées dans le produit fini ont le même aspect que ceux des ferments.

10. Analyse microbiologique du produit fini

Afin de confirmer les résultats obtenus précédemment au niveau des différents sites de l'atelier, nous avons en parallèle comparé les résultats de l'analyse complète du produit fini de la même chaîne de production, fournis par le laboratoire « PREVOLAB » pour évaluer la qualité hygiénique de celui-ci.

Tableau VI. Résultats de l'analyse du produit fini « Camembert » réalisée par le laboratoire « PREVOLAB »

Bactéries dénombrées ou recherchés	Résultats	limites	Méthode
Coliformes totaux	Absence	100/g	NA 2691
Coliformes fécaux	Absence	10 /g	NA 2691
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	100/g	ISO 7937
Salmonelles	Absence	Absence	NA 2688

On conclut d'après ces résultats que ce produit est de qualité microbiologique satisfaisante en applications des dispositions de l'arrêté interministériel du 24 janvier relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires publiées au **JORA N°35 du 27 mai 1998**.

La satisfaction de la qualité microbiologique du produit fini confirme la maîtrise du procès de la fabrication et la bonne surveillance durant toutes les étapes de la production et la mise au point de stratégies préventives efficaces vis-à-vis de la flore de contamination dans l'unité de fabrication du camembert « LAVALAIT ».

11. Efficacité de la procédure de nettoyage et de désinfection du matériel

La suite du travail a été consacrée pour l'étude de la performance de nettoyage effectué au sein de la fromagerie « LAVALAIT ».

Afin d'évaluer l'efficacité du nettoyage, et de désinfection du matériel de fabrication, nous avons dénombré la flore totale, en effectuant des prélèvements sur la surface du matériel avant et après lavage. Les résultats obtenus sont illustrés sur la figure 10.

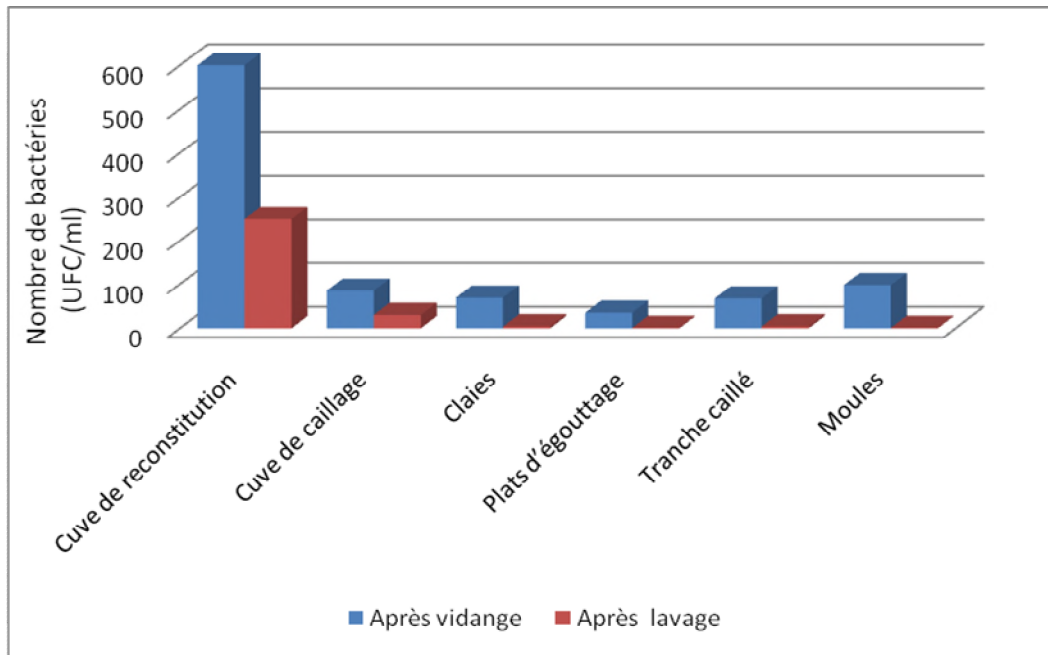


Figure 10. Résultats du dénombrement de la flore totale au niveau de la surface du matériel utilisé en fromagerie avant et après lavage.

Le nettoyage et la désinfection sont les moyens habituels utilisés pour éliminer les souillures et les biofilms. La première opération vise à éliminer les souillures aussi bien que les micro-organismes, la seconde vise à inactiver les micro-organismes restants.

Pour être efficaces, les détergents de nettoyage doivent permettre, en plus d'enlever les salissures, d'éliminer environ 80 % des microorganismes, ils doivent aussi être en mesure d'intervenir d'un point de vue physicochimique au niveau même de l'interaction de la salissure ou de l'organisme avec la surface. Afin d'éviter que des résidus organiques demeurent sur la surface et interagissent éventuellement avec un désinfectant, une étape de rinçage avec de l'eau est préférable (Massicotte, 2009).

D'après nos résultats nous constatons que le nombre de bactéries a été réduit d'une manière remarquable après nettoyage dans le cas de la cuve de reconstitution (600 UFC/ml avant et 250 UFC/ml après), cuve de caillage (85 UFC/ml avant et 30 après), claies (69 UFC/ml avant et 04 après), plats d'égouttage (35 UFC/ml avant et 01 UFC/ml après), tranche-caillé (67 UFC/ml avant et 04 UFC/ml après), (moules 98 UFC/ml avant et 01 UFC/ml après) Ceci témoigne l'efficacité de la procédure de nettoyage employée au sein de l'entreprise (soude, eau de javel, détergents : liquide vaisselle).

Cette efficacité est cependant très forte puisqu'elle détache facilement un pourcentage remarquable de la contamination, toutefois on peut conclure aussi que les contaminations

après nettoyage sont, en réalité, loin d'être négligeables puisque on retrouve certaines flores qui maintiennent leurs niveau de population après nettoyage pour cela nous devons mettre en évidence les bonnes pratique de nettoyage afin d'éliminer la totalité de celle-ci.

La résistance des microorganismes serait principalement liée à la composition de leur membrane cytoplasmique qui est à la fois un obstacle physique et chimique. Les désinfectants, pour être efficaces, doivent donc être en mesure de s'attaquer à la membrane cytoplasmique ou au contenu de la cellule. Ces modes d'action sont basés sur les interactions moléculaires entre les désinfectants et les composants cellulaires en présence. Il ne faut pas oublier que la membrane cytoplasmique possède une partie polaire, dite hydrophile, et une partie composée de lipides apolaire, dite hydrophobe. Cette dernière nécessite l'utilisation de désinfectants qui attaquent les graisses (lipides). Il existe trois modes d'action possibles des désinfectants : destruction de la membrane cytoplasmique, réduction des échanges avec le milieu extérieur et destruction par oxydation du matériel cellulaire (**Massicotte, 2009**).

Cependant, Aucun détergent ne réunit toutes ces propriétés. Le choix d'un détergent efficace paraît donc difficile. Pour s'assurer d'un nettoyage optimal, ce choix doit tenir compte des souillures rencontrées dans les industries.

Conclusion

Conclusion

Au terme de l'étude qui a été réalisée au sein de la fromagerie « LАVALAIT », on est arrivé aux conclusions suivantes:

Présence d'une charge microbienne importante au niveau de la cuve des murs de la salle de caillage et des mains du personnel avec une dominance de coliformes fécaux au niveau des mains du personnel. *S. aureus* est pratiquement absent sur tous les sites de prélèvement, avec absence de salmonelles et d'entérocoques. Par contre, un nombre assez élevé de *S. epidermidis* a été enregistré au niveau de certaines surfaces.

De plus et suite à l'analyse effectuée après nettoyage, le nombre de bactéries a été réduit d'une manière remarquable après cette opération. Ceci témoigne de l'efficacité de la procédure de nettoyage employée au sein de l'entreprise.

De même, une qualité microbiologiques satisfaisante du produit fini est obtenue cela démontre la maîtrise du procès de la fabrication.

Cependant, il serait intéressant de refaire cette étude afin de confirmer les résultats obtenus et d'élargir les champs d'investigation en recherchant d'autres flores et à plusieurs niveaux. De plus, il est souhaitable que ce travail soit complété par des analyses à réaliser tout au long de la chaine de production (produits semi- finis) ainsi que par des analyses sensorielles et physicochimiques pour déterminer la composition et la qualité organoleptique du fromage fabriqué par l'unité « LАVALAIT ».

Ces résultats doivent interpeller le responsable de l'unité pour le suivi de l'application des bonnes pratiques d'hygiène « BPH » et des bonnes pratiques de fabrication « BPF » pour assurer la pérennité de la qualité de son produit sans attendre un incident qui remettrait en cause le procès de fabrication.

Pour cela, afin d'obtenir un produit de qualité microbiologique satisfaisante et durable il est nécessaire de suivre ces recommandations:

- Respect de la chaine du froid
- Respect de la « marche en avant »
- Autocontrôles (à la réception, températures, traçabilité, DLC, analyses microbiologiques).

- Nettoyage/désinfection du matériel et des locaux ;
- Stockage adapté des denrées, emballages et déchets
- Hygiène des opérateurs (formation, visites médicales, tenues de travail, vestiaires).
- Filtration de l'air.

Références bibliographiques

B

- Belloin JC. (1993). L'hygiène dans l'industrie alimentaire, les produits et l'application de l'hygiène. <<http://www.fao.org/docrep/004/T0587F/T0587F00.HTM>> (accessed 30.04.13).
- Bonnefoy C, Guillet F, Leyral G et Verne-Bourdais E. (2002). Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. collection: Biosciences et techniques. Série : Sciences des aliments. Paris. 245p.
- Bourgeois CM, Mescle JF et Zucca J. (1996). Microbiologie Alimentaire.T.1, aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. 2^{ème} édition : Lavoisier Tec et Doc. Paris. 672p.
- Brulé G, Lenoir J. et Remeuf F. (1997). La micelle de caséine et la coagulation du lait. In : Eck A et Gillis JC. (Eds.), Le fromage de la science à l'assurance-qualité. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, pp.7-39.

C

- Chauvel AM. (1985). Identification des causes d'erreurs : La boîte à outils. In : La qualité des produits alimentaires : Politique, incitation, gestion et contrôle. MULTON J.-L. Paris : Lavoisier Tec et Doc, 488p. ISBN : 2-85206-279-8.
- CCLINIP.(2001). Centre de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales de l'interrégion Paris Nord. Hygiène des mains, Guide de bonnes pratiques, Décembre 2001 Issue. <http://www.sfm.ucl.ac.be/documents/consensus/cclin_mains.pdf> (accessed 27.04.13).
- Chevalier P. (2003). Coliformes fécaux, Mai 2003 Issue. <<http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/198-CartableEau/ColiformesFecaux.pdf>> (accessed 29.02.13).

- CODEX STAN 276. (1973). Norme codex pour le camembert. 5p. <www.codexalimentarius.org/input/download/standards/218/CXS_276f.pdf> (accessed 20.04.2013).
- Cuq JL. (2007). Microbiologie alimentaire. Les maladies microbiennes liées à la consommation d'aliments. Manuel technique. Université Montpellier II, Département des Sciences et Technologies des Industries Alimentaires. 129p. <<http://mon.univ-montp2.fr/claroline/backends/download.php?url=L1BvbHlfY291cnNftWJpb19TVElB MI8wMDcucGRm&cidReset=true&cidReq=MICROALIM>> (accessed 26.02.13)

D

- Dairy processing handbook. (SD). Chesse. <<http://www.ales2.ualberta.ca/afns/courses/nufs403/PDFs/chapter14.pdf>> (accessed 06.04.13).
- Douglas J, Amy Lee C et Edward R. (1993). Interaction of chemical, thermal and physical actions on the removal of bacteria from milk contact surfaces. <http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkMachine/MilkMachine/Cleaning/93_ASAE_933536_Bacteria_Removal_Ed.pdf> (accessed 05.05.13).

E

- Eck A. (1987). Le fromage. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 539p.
- Eck A. et Gillis JC. (2006). Le fromage de la science à l'assurance-qualité. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 874p.

F

- Federighi M. (2012). Méthode HACCP - Approche pragmatique. Nante. <<http://www.techniques-ingenieur.fr>> (accessed 25.03.13).
- Forquin MP. (2010). Étude de *Brevibacterium aurantiacum*, une bactérie d'affinage de fromage : de son métabolisme du soufre à son interaction avec *Kluyveromyces lactis*. Thèse de doctorat de Microbiologie. Institut des Sciences et Technologies Paris Tech, 224p.

G

- Goudéranche H, Camier-Caudron B, Gassi JY et Schuck P. (2008). Procédés de transformation fromagère (partie 2). Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire. 24p.
- Guillemot G. (2006). Compréhension des mécanismes à l'origine de l'adhésion de *Saccharomyces cerevisiae* sur acier inoxydable - Implications pour l'hygiène des surfaces en industrie agroalimentaire. Thèse de doctorat de Microbiologie et Biocatalyse Industrielle. Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, 360p.
- Guiraud JP. (2003). Destruction et élimination des micro-organismes. Agents antimicrobiens. In : Microbiologie alimentaire. Edition: RIA, Dunod. 652 p.

H

- Halewyn MA, Leclerc JM, King M, Bélanger M, Legris M et Frenette Y. (2002). Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur. <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/127_RisquesMoisissuresMilieuInterieurResume.pdf> (accessed 08.05.13).

K

- 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.

L

- Lenoir J, Lambert G et Schmidt JL. (1983). L'élaboration d'un fromage : l'exemple du camembert. Pour la science. 425p.
- Lopéz de Pablo Lopéz M. (1996). Les concepts "qualité" de l'agro-alimentaire. In : Chataigner J. (ed.), Economie du riz dans le Bassin Méditerranéen. Montpellier. pp.143-145 (Cahiers Options Méditerranéennes; n°15(2)).
- Lebreton –Doussaud V, Simon L, Lestreit JM et May I. (1998). Assurance qualité des préparations stériles : évaluation des techniques de prélèvements microbiologiques sur des surfaces. Journal de Pharmacie Clinique. 17 (4), 227-31.

M

- MAAARO. (2006). Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales de l'Ontario. Guide de bonnes pratiques de fabrication pour la transformation minimale des fruits et légumes. < www.omafra.gov.on.ca > (accessed 21.05.2013).
- Mahaut M., Jeantet R., Brulé G. et Schuck P. (2000). Les produits industriels laitiers. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 178p.
- Madji A. (2008). Maitrise de la technologie fromagère et contrôle qualité des fromages AOC. Institut national agronomique de Tunisie. Ingénieur agronome. <www.memoireonline.com/.../m_Maitrise-de-la-technologie-fromagere-et-contrle-qualite-des-fromages-AOC0.htm> (accessed 01.03.2013).
- Massicotte R. (2009). Désinfectants et désinfection en hygiène et salubrité : principes fondamentaux. Edition : La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. Québec. 68p.

O

- OMS. (1997). Guide OMS des normes relatives aux bonnes pratiques de fabrication (BPF) partie 2. <http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO_VSQ_97.02_fre.pdf> (accessed 29.04.2013).

P

- Parot S. (2007). Biofilms électroactifs : Formation, caractérisation et mécanismes. Thèse de Doctorat de Génie des Procédés et de l'Environnement. Institut National Polytechniques de Toulouse, 223p.

Q

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

R

- Rohmer P. (1995). HACCP : Méthodologie à application pour les produits appertisés. Actualités techniques et industrielles, IAA. 524p.

- Roy D, Labrie S et Arteau M. (2009). Le fromage a pate molle sous la loupe des chercheurs, Septembre 2009 Issue.
<http://www.novalait.ca/pdf/Articles_et_autres_documents/2009-2010/2009-09_Les_fromages_a_pates_molles_sous_la_loupe.pdf> (accessed 13.05.13).

- Ramesh M N et Chakkaravarthi A. (2003). Hygiene Central Food Technological Research Institute, Mysore, India Copyright, Elsevier Science Ltd. All Rights Reserved.

S

- Stiegler V. (2003). Les méthodes de détection de salmonelles dans l'agro-alimentaire. Thèse de Doctorat des Sciences Vétérinaires. Université Claude-Bernard- Lyon I, 135p.

T

- Thapon JL. (1985). Technologie de la fabrication du lait. Agro campus, Rennes, France. p.51.
- Trevor R G, Manmohan B et Zhibing. (2008). Bacterial adhesion and biofilms on surfaces. <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/10020071/18/9>> (accessed 07.04.13)

V

- Veisseyre R. (1975). Technologie du lait : Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. Edition : La maison rustique, Paris. 714p.

W

- Weber F. (1987). L'égouttage du coagulum. In: Eck A., le fromage. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris, pp. 22-35.

Z

- Zufferey JM. (2012). Fabrication du fromage à raclette valaisant A.O.C, Janvier 2012 Issue. <http://www.vs.ch/NavigData/DS_68/M29692/fr/Fabrication_fromage_%C3%A0_raclette_valaisan_AOC.pdf> (accessed 03.05.13).

Texte réglementaire:

- Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
J.O.R.A N° 35 du 27 mai 1998.

Annexes

Annexes

Annexe I. Partie pratique

Tableau I. Matériel de fromagerie.





Matériel	Photos
Moules en acier inoxydable (ALFA-LAVAL, France)	 A photograph showing several stacks of stainless steel cheese molds. Each stack consists of multiple cylindrical rings with a central hole, designed for pressing cheese.
Claies en acier inoxydable (ALFA-LAVAL, France)	 A photograph of a stainless steel wire mesh rack filled with several round, yellow cheese wheels. The rack is used for draining and drying the cheese.
Cuve de caillage en acier inoxydable (ALFA-LAVAL, France)	 A photograph of a large, rectangular stainless steel curdling vat. It has a flat top surface and is supported by four legs. The vat is used for curdling milk during cheese production.
Plats d'égouttage (ALFA-LAVAL, France)	 A photograph showing a stack of stainless steel draining plates. The plates are rectangular with a perforated surface, used for draining whey from cheese curds.

Tableau II. Résultats des analyses microbiologiques de la cuve de reconstitution juste après vidange.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
Flore totale	600
<i>Staphylococcus aureus</i>	2
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	20
Salmonelles	Absence
Bactéries lactiques	2
Levures et moisissures	> 10 ³ levures/ 3 moisissures
Coliformes fécaux à 44°C	9/7 jours
Entérocoques	Absence

Tableau III. Résultats des analyses microbiologiques de la cuve de préparation juste après vidange.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
Flore totale	85
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	12
Salmonelles	Absence
Bactéries lactiques	12
Levures et moisissures	90 levures
Coliformes fécaux à 44°C	Absence
Entérocoques	Absence

Tableau IV. Résultats des analyses microbiologiques des moules.

Flore dénombrée	Moule 1 (UFC/ml)	Moule 2 (UFC/ml)	Moule 3 (UFC/ml)
Flore totale	38	126	130
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	01	Absence
Bactéries lactiques	Absence	Absence	Absence
Levures et moisissures	Absence	1 moisissure	Absence
Coliformes fécaux à 44°C	10/7 jours	Absence	Absence

Tableau V. Résultats des analyses microbiologiques des plats d'égouttage.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
Flore totale	35
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
Bactéries lactiques	Absence
Levures et moisissures	Absence
Coliformes fécaux à 44°C	8/7 jours

Tableau VI. Résultats des analyses microbiologiques des claies.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
Flore totale	69
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	24
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
Bactéries lactiques	Absence
Levures et moisissures	Absence
Coliformes fécaux à 44°C	Absence

Tableau VII. Résultats des analyses microbiologiques de la tranche caillée.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
Flore totale	67
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	4
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
Bactéries lactiques	2
Levures et moisissures	2 moisissures et 1 levure
Coliformes fécaux à 44°C	Absence

Tableau VIII. Résultats des analyses microbiologiques des murs de la salle de salage.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
Flore totale	47/48 h
Bactéries lactiques	Absence
Levures et moisissures	Une moisissure et 26 levures
Coliformes fécaux à 44°C	Absence
Entérocoques	Absence

Tableau IX. Résultats des analyses microbiologiques des murs de la salle de caillage.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
Flore totale	$>10^3$
Bactéries lactiques	Absence
Levures et moisissures	Une moisissure et une levure
Coliformes fécaux à 44°C	Absence
Entérocoques	Absence

Tableau X. Résultats des analyses microbiologiques des murs des chambres froides I et II.

Flore dénombrée	Nombre (UFC/ml)
<i>Pseudomonas</i>	Absence
Bactéries lactiques	Absence
Levures et moisissures	Absence

Tableau XI. Résultats des analyses microbiologiques des mains du personnel de salage.

Flore dénombrée	P₁ (UFC/ml)	P₂ (UFC/ml)
Flore totale	68 après 24 h et $> 10^3$ après 48 h, dont 2 levures	15 après 24 h et 30 après 48 h, dont 7 levures
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	50/48 h	32/48 h
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	Absence
Coliformes fécaux à 44°C	Absence	Absence
Entérocoques	Absence	Absence

Tableau XII. Résultats des analyses microbiologiques des mains du personnel d'emballage.

Flore dénombrée	P₁ (UFC/ml)	P₂ (UFC/ml)
Flore totale	$> 10^3$	$> 10^3$
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	35/48 h	54/48 h
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	Absence
Coliformes fécaux à 44°C	60	110
Entérocoques	Absence	Absence

Tableau XIII. Résultats des analyses microbiologiques de l'air.

Endroit	Nombre (UFC/ml)
Salle de salage	96 bactéries
Salle de caillage	3 bactéries et 9 levures
Chambre froide I	50 bactéries et 240 moisissures
Chambre froide II	92 bactéries

Tableau XIV. Résultats des analyses microbiologiques du matériel après lavage.

Matériel	Nombre (UFC/ml)
Cuve de reconstitution	250
Cuve de caillage	30
Claies	3 bactéries et une levure
Plat d'égouttage	Une moisissure
Tranche caillé	4/24 h
Moules	Absence/24 h et apparition d'une levure/48 h

Annexe II : Composition des milieux de culture

Milieu Chapman (Scharlau, Barcelone, Espagne, fabriqué dans l'union Européenne)

Composant	g/l
Peptone	10,0
Extrait de viande de bœuf	1,0
Chlorure de sodium	75,0
Mannitol	10,0
Rouge de phénol	0,025
Agar-Agar	15,0
Eau distillée (Qsp)	1 L

pH 7,4

Bouillon Rothe D/C

Composant	g/l
Peptone	20,0
Glucose	5,0
Azide	0,2
NaCl	5,0
Hydrogénophosphate de potassium	2,7
Dihydrogénophosphate de potassium	2,7
Eau distillée (Qsp)	1 L

Bouillon nutritif (BN, IPA)

Composant	g/l
Extrait de viande	1,0
Extrait de levure	2,5
Peptone	5,0
Chlorure de sodium	5,0
Eau distillée (Qsp)	1 L

pH 7,0

Pour milieu gélosé, ajuster 15g/l d'agar

Milieu MRS (de Man Rogosa et Sharpe) (IPA)

Composant	g/l
Peptone	10,0g
Extrait de viande	8,0
Extrait de levure	4,0
Glucose	20,0
Acétate de sodium trihydraté	5,0
Citrate d'ammonium	2,0
Tween 80	1,0 ml
Hydrogénophosphate de potassium	2,0
Sulfate de magnésium heptahydraté	0,2
Sulfate de manganèse tétrahydraté	0,05
Eau distillée (Qsp)	1 L

pH 6,2

Pour milieu gélosé, ajuster 10g /l d'agar

Milieu VRBL (IPA)

Composant	g/l
Peptone	7
Extrait de levure	3
Lactose	10
Chlorure de sodium	5
Mélange sel biliaire	1,5
Cristal violet	0,002
Rouge neutre	0,03
Agar-agar	15
Eau distillé (Qsp)	1 L

pH 7,4

Milieu PDA (Potato Dextrose Agar, IPA)

Composant	g/l
Potatos infusion (solids)	4
Dextrose	20
Agar	15
Eau distillé	(Qsp) 1 L

pH 5,6 ± 0,2

Milieu SS (Laboratoire DIB d'El-Kseur (Bejaia), Algérie)

Composant	g/l
Peptone	5,0
Extrait de viande	5,0
Lactose	10,0
Citrate de sodium	10,0
Citrate de fer III	1,0
Sels biliaires	8,5
Vert brillant	3,3 mg
Rouge neutre	25 mg
Thiosulfate de sodium	8,5
Agar	12,0
Eau distillé (Qsp)	1 L

pH 7,3

Eau physiologique

Chlorure de sodium	9 g
Eau distillé (Qsp)	1 L

Ces milieux sont tous autoclavés à 120°C pendant 20 min

Résumé

Notre travail est basé sur une série de contrôles réalisés au niveau de la fromagerie « LAVALAIT » productrice d'un fromage de type « camembert ». Des analyses ont été réalisées sur les différentes surfaces entrant en contact avec le produit, l'ambiance de l'unité ainsi que le produit fini et les ferments utilisés. Les résultats ont montré la conformité du produit fini aux normes en vigueur et la caractérisation des ferments utilisés a confirmé leur appartenance aux groupes spécifiés. Par contre, la présence de certaines flores microbiennes a été enregistrée au niveau de l'unité et sur les surfaces du matériel employé. Ceci met en évidence les risques existant et le danger représenté par cette contamination et qui devrait être maîtrisé avant apparition d'une non-conformité du produit et ce en adoptant les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication, des préalables requis pour l'assurance qualité et la mise en place d'un système HACCP.

Mots clés : Camembert, contamination, surface de matériel, analyses microbiologiques, hygiène

Abstract

Our work was based on a serial of analyses undertaken at the cheese-making plant "LAVALAIT" that produce a cheese type "camembert". Analyses were done on the different surfaces in contact of the product, the local, the end product and the starters used. The results indicated the conformity of the end product to the applicable standards and the starters characterization confirmed their appartenance to the specified groups. In contrary, presence of certain microbial flora was registered in the plant on different like the processing material. This result shows the existence of a microbial risk that must be controlled by the application of good hygienic and processing practices, required to the adoption of the HACCP system.

Keywords: Camembert, contamination, material surface, microbiological analyses, hygiene.