

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
X ●ΘΛ●ΣX [://:V ●X [●Λ [●O
FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE-MICROBIOLOGIE



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme Master en biologie
Option : Alimentation Humaine et Qualité des Produits

THEME
THEME

**Suivi de l'efficacité du Système de nettoyage et
de désinfection adopté par la laiterie de DBK au
niveau de la fromagerie**

Présenté par :

- NAIT SAIDI DJAMEL
- REKHIL NOURDINE

Promotrice : M^{me} ALMI

maitre assistante classe A

Devant le jury d'examen :

Présidente : M^{me} SENOUSSE GHEZALI

maitre assistante classe A

Examinatrices : M^{me} BEDOUHENE SAMIA

maitre assistante classe A

M^{me} SALMI DJOUZA

maitre assistante classe B

Année : 2014 - 2015

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à
tous ce qui me sont chers :*



*Mes parents qui m'ont soutenu depuis
toujours.*



*Ma fiançailles qui m'a soutenu, aidé et qui a
été toujours présente dans les moments difficiles.*



Ma grand-mère.



Mes frères et surtout ma sœur.



*Mes amis, particulièrement ceux de la
promotion Master2 Alimentation Humaine et
Qualité des Produits. Session 2014-2015.*

Nourdine

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

 *A ma mère, à la mémoire de mon père paix a son âme.*

 *A mon frère, à mes sœurs et youyou.*

 *A mes amis, particulièrement ceux de la chambre A₃₇ et département biologie.*

Djamel

Remerciements

Au terme de notre travail qui a été au niveau de la laiterie DBK et laboratoire de microbiologie de l'université de UMMTO, nous tenant à exprimer nos remerciements les plus profonds à :



M^{me} ALMI de nous avoir donné l'honneur de nous encadrer.



M^{me} SENOUSSI GHEZALI pour avoir accepté d'honorer le jury d'examineur en la présidente.



M^{me} BEDOUHENE SAMIA pour l'honneur qu'elle nous a accordé en examinant ce modeste travail.



M^{me} SALMI DJOUZA pour l'honneur qu'elle nous a accordé en examinant ce modeste travail.



Nos profond respects pour l'ensemble du personnel du laboratoire de l'unité de D.B.K particulièrement monsieur Abderrahmane, ainsi qu'à tout le personnel de la production.



A toute personne ayant participé de pré ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutien et encouragements durant la réalisation de ce travail.

ABBREVIATION

CIP : Cleaning-in-place

NEP : nettoyage en place.

ISO : International organisation for standardisation.

TSE : tryptophane sel eau

VBL : vert brillant lactosé

BCPL : Bromocrésol pourpre lactosé

D/C : double concentré

VRBL : gélose lactosé au cristal violet et rouge neutre

BHIB : Bouillon infusion cerveau coeur

EDTA : éthylène diamine tétra acétique

FMTA : flore total aérobie mésophile

UFC : unité formant colonie

TH : titre hydrotimétrique

CNERNA : centre national d'étude et de recommandation sur la nutrition et l'alimentation

Liste des Figures

Figure 1 : Procédés de fabrication des principaux types de fromages.....	3
Figure 2 : Diagramme de fabrication du camembert.....	9
Figure 3 : Les étapes de formation du biofilm.....	14
Figure 4 : Les étapes du mécanisme de nettoyage.....	20
Figure 5 : Cinétique de nettoyage.....	22
Figure 6 : Action de nettoyage et ses paramètres.....	22
Figure 7 : Fréquence de contamination par les coliformes totaux des différents types de matériels nettoyés.....	45

Liste des tableaux

Tableau I : Composition moyenne de quelque fromages pour 100grs de produit frais.....	4
Tableau II : Caractéristiques des différents résidus alimentaires.....	13
Tableau III : Efficacité des détergents.....	19
Tableau IV : Efficacité comparée des désinfectants.....	25
Tableau V : Les détergents utilisés au niveau de l'unité.....	28
Tableau VI : Les désinfectants utilisés par le personnel et leurs propriétés.....	29
Tableau VII : Protocole de nettoyage et désinfection adopté par la laiterie DBK.....	30
Tableau VIII : les germes recherchés pour les différents échantillons.....	35
Tableau IX : résultats de concentration de la soude.....	40
Tableau X : résultats de concentration de l'acide.....	40
Tableau XI : résultat de mesure de la TH pour les trois échantillons d'eaux de processus analysées.....	41
Tableaux XII : interprétation des valeurs de TH d'une eau.....	41
Tableau XIII : les résultats de recherche de la flore totale aérobie mésophile pour le lait résiduel et l'eau de rinçage final.....	42
Tableau XIV : résultats des analyses microbiologique de l'eau de processus.....	43
Tableau XV : les résultats des analyses microbiologique effectué sur le matériel	44
Tableau XV I : Les résultats des empreintes du personnel avant et après nettoyage des mains.....	46
Tableau XVII : Résultats des analyses microbiologiques de l'air ambiant de l'unité.....	48
Tableau XVIII : résultats d'analyse microbiologique du produit fini.....	49
Tableau XIX : détermine les concentrations de la soude et de l'acide selon le volume de chute Brut.	51

Sommaire

Introduction	1
Synthèse bibliographique	
Chapitre 1 : le fromage	
I. Généralités sur le fromage.....	2
I.1. Historique.....	2
I.2. Définition.....	2
I.3. Classification.....	3
I.4. Aspect nutritionnel.....	4
II. Processus de fabrication du fromage à pâte molle type camembert.....	5
II.1. Préparation du lait.....	5
II.1.1. Standardisation.....	5
II.1.2. Homogénéisation.....	5
II.1.3. La pasteurisation.....	5
II.2. Ensemencement et maturation.....	5
II.3. emprésurage et coagulation.....	6
II.4. Moulage.....	6
II.5. Egouttage.....	7
II.6. Salage.....	7
II.7. Ressuyage.....	7
II.8. Affinage.....	7
II.8.1. Glycolyse.....	7
II.8.2. Protéolyse.....	8
II.8.3. Lipolyse.....	8
II.9. Conditionnement.....	8
Chapitre 2 : hygiène dans les IAA	
II.1. Hygiène.....	10
II.1.1. Les surface.....	10
II.1.2. Matériel et ustensiles.....	11
II.1.3. L'air ambiant.....	11
II.1.4. Hygiène du personnel.....	11
II.2. Application de l'hygiène.....	12
II.2.4.1. Le nettoyage.....	15
II.2.4.1.1. Définition du nettoyage.....	15

Sommaire

II.2.4.1.2. Les méthodes de nettoyage.....	15
II.2.4.1.3. Les produits de nettoyage.....	17
II.2.4.1.4. Facteurs influençant le nettoyage.....	21
II.2.4.2. Désinfection.....	23
II.2.4.2.1. Définition.....	23
II.2.4.2.2. Modalité.....	23
II.2.4.2.3. Choix d'un désinfectant.....	24
II.2.4.2.4. Les produits de désinfection.....	24
II.2.4.3.le coût de l'hygiène	26
Partie pratique	
I. Présentation de l'unité.....	27
II. Les détergents et désinfectants utilisés au niveau de la laiterie DBK	28
III. Protocole de nettoyage et désinfection adopté par la laiterie DBK.....	30
IV. Echantillonnage et techniques de prélèvement.....	31
IV.1. le contrôle de la concentration de la soude et de l'acide.....	31
IV.2. Lait résiduel.....	31
IV.3. Les eaux de rinçage final CIP.....	31
IV.4. L'eau de procès.....	31
IV.5. Matériel.....	31
IV.6. L'hygiène du personnel.....	32
IV.7.L'air ambiant.....	32
IV.8.Produit fini.....	32
V. Méthodes.....	32
V.1. Analyses physicochimiques.....	32
V.1.1.Mesure de la concentration de soude caustique.....	32
V.1.2.Mesure concentration de l'acide sulfurique.....	33
V.1.3.Vérification de l'absence de résidu de soude dans l'eau de rinçage final.....	33
V.1.4.Détermination du titre hydrotimétrique (TH).....	34
V.2.Analyses microbiologiques.....	35
V.2.3.Recherche et dénombrement des germes.....	35
V.2.3.1.Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.....	36
V.2.3.2.Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	36
V.2.3.3.Recherche et dénombrement des Staphylocoques aureus.....	37

Sommaire

V.2.3.4.Dénombrement des colstridium sulfito-réducteur.....	38
V.2.3.5.Dénombrement des Salmonelles.....	39
V.2.3.6.Dénombrement de levures et moisissures.....	39
VI. Résultats et discussion.....	40
VI.1.Concentration de la soude caustique et de l'acide sulfurique	40
VI.3.Résultat de la vérification de l'absence de résidu de soude.....	41
VI.4.Résultat de mesure de la TH pour les eaux de processus.....	41
VI.5.Résultat des analyses microbiologiques du lait résiduel et les eaux de rinçage.....	42
VI.6.Les résultat d'analyse microbiologique de L'eau de processus.....	42
VI.7.Résultat de l'analyse microbiologique effectuée sur le matériel.....	43
VI.8.Personnels.....	46
VI. 9.L'ambiance.....	48
VI.10.Produit fini.....	49
Conclusion	50
Références bibliographique.....	51
Annexe	

INTRODUCTION

Le fromage fût de puis longtemps la seule forme de conservation du lait. Il est très apprécié pour ces valeurs nutritives (riches en protéines, lipides, glucides, éléments minéraux et vitamines) et organoleptiques.

Cependant, le fromage est une denrée hautement périssable surtout lorsqu'il est préparé dans de mauvaise condition d'hygiène. En effet, la contamination dans les vecteurs sont très variés (l'infrastructure, le matériel, le personnel, les matières premières ainsi que l'eau utilisée), constitue la principale source d'apports de microorganismes responsables d'altérations de la qualité nutritionnelle et marchande du produit mais aussi de maladies pour le consommateur. La transformation du lait en fromage, doit dans ce cas prendre en compte l'hygiène de ces différents vecteurs qui regroupe l'ensemble des mesures et précautions qui visent, à prévenir les risques de contamination où d'altération du produit.

Dans le souci de réduire considérablement cette contamination, l'unité draa ben kheda (DBK) a décidé en parallèle avec le contrôle microbiologique, d'adopter le nettoyage et la désinfection des surfaces au contact de ce produit comme stratégie.

Notre travail entrepris dans l'entreprise laiterie DBK a été mené dans l'objectif de contrôler cette stratégie qui consiste à l'évaluation de l'efficacité de la méthode de nettoyage et de désinfection adoptée, par la réalisation de différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques à savoir l'analyse des eaux de rinçages et de processus, du lait résiduel, du matériel, de l'hygiène du personnel, de l'ambiance et du produit fini.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur le fromage

I.1 Historique

De tous les produits laitiers, les fromages figurent sans doute parmi les plus anciens.

D'après KOSIKOWSKI (1985), la fabrication du fromage remonte à l'époque de l'élevage, qui consistait à faire cailler le lait puis le battre avec des branches, le presser sur des pierres, le faire sécher au soleil et le saupoudrer de sel.

Selon le même auteur, les premiers fromages furent sans doute, fabriqués dans l'ouest de l'Asie, il ya 8000 ans.

Plus tard, au cours de leur occupation de l'Europe, les romains s'intéressent aux procédés de fabrications des fromages et stimulèrent le développement de nouvelles variétés.

A la fin du 15^{ème} siècle, les italiens introduisent des nouvelles méthodes, qui ont donné naissance aux fromages à pâte cuite.

Le fromage persillé fit son apparition entre les années 1770 et 1840, sous le règne de charlemagne en France.

Le camembert apparut vers la fin du 17^{ème} siècle et les moisissures blanches recouvrant le camembert actuel furent sélectionnées vers 1910.

I.2. Définition

Un fromage est un aliment obtenu à partir de lait coagulé ou de produits laitiers comme la crème puis d'un égouttage et éventuellement d'affinage (fromages affinés).IL est fabriqué à partir de lait de vache principalement mais aussi de brebis, de chèvre ou de bufflonne. Le lait est acidifié généralement à l'aide d'une culture bactérienne. Une enzyme appelé la présure, ou un substitut comme l'acide acétique est ensuite adjointe afin de provoquer la coagulation et former le lait caillé et le petit- lait (Majdi, 2009).

Le camembert est un fromage à caillé non devisé à pâte molle non malaxée, légèrement salé, à moisissures superficielles et à égouttage spontané, qui renferme au moins 40 g de matière grasse pour 100 g de fromage sec et dont le poids total de matière sèche ne doit pas être inférieur à 110 g (Scriban, 1999).

I. 3. Classification

La diversité des fabrications fromagères s’explique par les variétés dans les techniques de coagulation, d’égouttage et d’affinage.

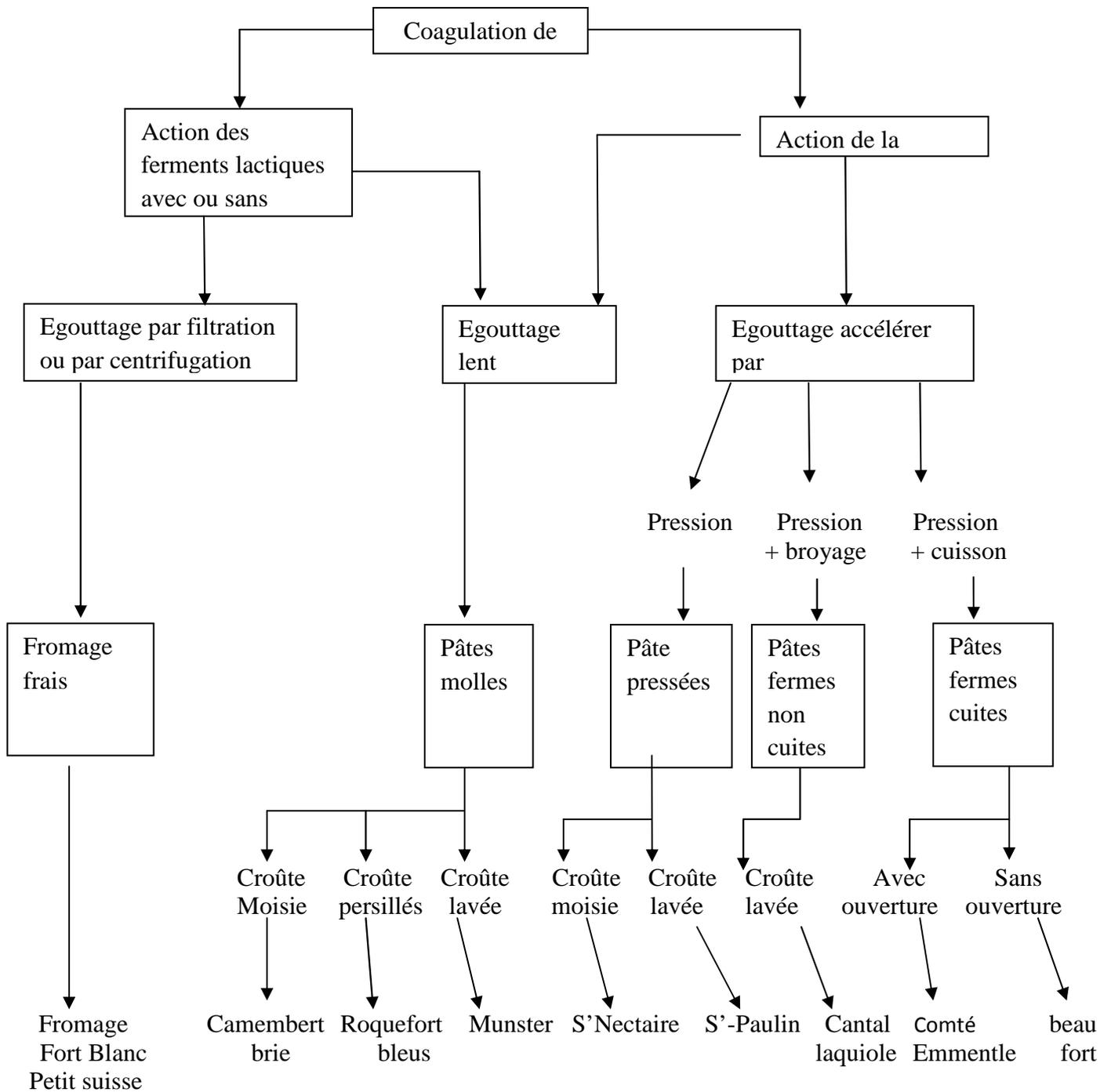


Figure 1 : Procédés de fabrication des principaux types de fromages (Leyral et Vierling, 2001).

I.4. Aspect nutritionnel

Le fromage est à la fois un aliment protecteur pour l'adulte et un aliment de croissance pour les jeunes, du fait de complexe phosphore-calcium-vitamines. Il est généralement beaucoup mieux accepté que le lait et sa digestion est plus aisée (Tremoliere, 1984).

Il répond aux besoins calorico-proteiques de l'organisme et apportent des éléments indispensables aux différentes réactions métaboliques comme les vitamines liposolubles A et D, les oligoéléments, les acides gras ainsi qu'une bonne proportion en acides aminés essentiels, riche en protéine, etc....

La composition moyenne des principaux fromages est représentée dans le tableau I.

Tableau I : Composition moyenne des principaux fromages pour 100grs de produit frais (Eck et Gillis, 1997).

Composition	Fromages frais Exp : petit-suisse	Fromage à pâte molle Exp : camembert	Fromage à pâte pressées non cuites Exp : S ⁺ -paulin
Eau (g)	79	50	40
Energie (Kcal)	118	310	355
Glucide (g)	4	4	3
Lipide (g)	7.5	24	24
Protéine (g)	8.5	20	28
Calcium (mg)	100	400	700
Phosphore (mg)	140	250	360
Magnésium (mg)	10	20	35
Potassium (mg)	130	150	100
Sodium (mg)	40	700	10
Zinc (mg)	0.5	5	10
Vitamines A (UI)	170	1010	
Isoleucine (mg)	370	339	342
Leucine (mg)	706	661	672
Lysine (mg)	502	553	571
Méthionine (mg)	278	215	254
Phénylalanine (mg)	796	682	758
Thréonine (mg)	289	257	280
Tryptophane (mg)	76	77	94
Valine (mg)	511	494	540

II. Processus de fabrication du fromage à pâte molle type camembert

II.1. Préparation du lait

En vue d'avoir des produits homogènes répondants aux normes de qualité, les laits de fromagerie doivent subir un certain nombre de traitement.

II.1.1. Standardisation

Cette étape est destinée à donner au lait la composition correspondante à celle du fromage à élaborer. Elle consiste en une standardisation de la composition qui passe par un ajustement de la teneur en matière grasse (40%) et parfois celle de la matière sèche non grasse (33 à 40 g/l) au maximum (Bertrand, 1988), et un rééquilibrage en calcium par ajout de chlorure de calcium anhydre à une dose de 0.2 g/l pour donner au lait pasteuriser un comportement normal au cour de la coagulation (Tinguely et Pernodet, 1990).

II.1.2. Homogénéisation

C'est une action mécanique qui se réalise à une température supérieure à 60°C dans un homogénéisateur. Cette opération a pour but de stabiliser l'émulsion de la matière grasse du lait pour éviter la séparation de la crème. Elle aboutit ainsi grâce à une pression de 100 à 200 bars à la réduction de diamètre des globules gras à environ 1 micron (Luquet et Boudier, 1981).

II.1.3. La pasteurisation

C'est un traitement thermique qui, par l'emploi convenable de la chaleur, permet de détruire la presque totalité de la flore banale existante dans le lait, la totalité de la flore pathogène, en s'efforçant de ne toucher qu'un minimum à la structure physique du lait, à sa constitution, à ces équilibres chimiques et à ses éléments biologiques.

Elle est réalisée dans un pasteurisateur à plaques où le lait est chauffé à une température de 72 à 75 °C pendant 10 à 15 secondes ou bien à 80 - 85°C pendant 5 secondes ou instantanément à 95°C et refroidie par la suite à 34 – 36°C (Tremoliere , 1984).

II.2. Ensemencement et maturation

Pour créer les conditions favorables à la maturation, le lait estensemencé avec de faibles quantités de levains lactiques de l'ordre de 0.1%. Le lait est laissé au repos pendant 12 – 16 heures à une température de 10°C.

Cette phase constitue la prématuration à laquelle succède la phase de maturation qui consiste à ensemencer le lait avec des ferments lactiques à un taux de 2%, le chlorure de calcium est ajouté à raison de 0.025 – 0.075 g/l. Des ferments fongiques sont également ajoutés et vont jouer un rôle important pour l'affinage de la pâte fromagère.

La maturation dure environ 1 heure à une température de 30 à 35°C (Lenoin *et al.*, 1983).

II.3. Emprésurage et coagulation

La coagulation résulte d'un changement irréversible du lait qui passe de l'état liquide à l'état semi-solide, il correspond à une déstabilisation de l'état micellaire original de la caséine du lait.

Dans la pratique, cette déstabilisation est réalisée de trois manières :

- **La coagulation acide** : le mécanisme de la coagulation est de nature électrochimique, l'acidification entraîne une chute de degré de dissociation des groupements acides du phosphocaséinate de calcium.

Les ions H^+ libérés par l'acidification neutralisent progressivement les charges électronégatives. Il en résulte une diminution de la couche d'hydratation et des répulsions électrostatiques ainsi qu'une solubilisation du calcium et du phosphore minéral entraînant une destruction des micelles de caséines avec réorganisation protéique, pour former un réseau puis un gel homogène qui emprisonne le lactosérum et occupe entièrement le volume du lait (Agranier *et al.*, 2003).

- **Coagulation enzymatique**

Diverses enzymes protéolytiques ont la propriété de coaguler le lait. Elles sont soit d'origine animale soit d'origine végétale (ficine, broméline), soit d'origine microbienne (enzymes de certaines moisissures ou bactéries). Les enzymes utilisées en fromagerie sont la présure, la pepsine et celle d'origine fongique (Anonyme 1, 1995).

Le mécanisme d'action de la présure résulte de la coupure de la liaison Phe (105)-Met(106) dans la molécule de caséine K qui se trouve alors scindée en deux proportions inégales :

La partie C terminale : riche en groupements acides et hydrophiles (65 acides aminés) c'est caséino-macropéptide qui étant soluble, passe dans la phase aqueuse.

La partie N terminale (1-105) : appelée para-caséine K est très hydrophobe et peu soluble, reste associée aux autres caséines au sein des micelles (Cheftel *et al.*, 1985).

Le coagulum obtenu par voie enzymatique possède des propriétés rhéologiques caractéristiques. Il est élastique, de bonne porosité et a une forte perméabilité, leur aptitude à l'égouttage est prononcée sous réserve de rompre leur imperméabilité par traitements physiques et chimiques adéquats (Luquet, 1990).

- **Coagulation mixte** : Dans le cas des fromages à pâtes molles, les deux modes de coagulation interviennent simultanément (Tremoliere, 1984).

II.4. Moulage

Le moulage est une opération qui consiste à donner à une masse de caillé une forme déterminée sous laquelle apparaîtra le fromage après égouttage. Il permet au sérum de s'échapper sous la pression des moules lors des retournements.

II. 5. Egouttage

C'est l'opération qui complète la coagulation et qui a pour but la séparation de la phase solide (caillé) de la phase aqueuse (Bertrand, 1988). 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 son délactosage (Weber, 1987).

L'égouttage comprend deux parties plus au moins distinctes :

- La première est principale, correspond à l'élimination de la majeure partie du lactosérum par synérèse, qui se manifeste par contraction des micelles de caséines.
- La seconde est réalisée par les opérations d'évacuation physiques y compris l'égouttage complémentaire lors du moulage, salage et ressuyage jusqu'au moment de l'affinage (Eck, 1990).

II.6. Salage

Il consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium au taux moyen de 2%. Le sel incorporé dans le fromage joue un triple rôle :

- Il complète l'égouttage du fromage en favorisant le drainage de la phase aqueuse libre de la pâte et modifie également l'hydratation des protéines d'où son intervention dans la formation de la croûte.
- Il agit soit directement, soit par l'activité de l'eau sur le développement des micro-organismes et l'activité des enzymes et, de ce fait, agit sur la phase d'affinage dans son ensemble.
- Il apporte son goût caractéristique et il a la propriété d'exalter ou de masquer la sapidité de certaines substances apparaissant au cours de la maturation du fromage (Eck, 1987).

II. 7. Ressuyage

C'est une opération qui s'effectue avant l'entrée en salle d'affinage, elle consiste en un séchage en surface (élimination de la molécule d'eau), ce qui permet d'éviter toute contamination du produit.

Cette étape est réalisée durant 12 heures à 15°C et à une humidité de 95% (Tremoliere J, 1984).

II. 8. Affinage

Il est défini comme étant une étape finale consistant à la maturation du fromage par voie enzymatique dans des hâloirs où se fait le développement de la croûte fleurie de *Penicillium* pendant 10 à 12 jours à une température de 12 à 13°C et à 85 – 90% d'humidité relative.

Le processus impliqué dans l'affinage regroupe trois étapes :

II.8.1.Glycolyse

La transformation du lactose en acide lactique se poursuit pendant l'affinage. Le lactose disparaît en général dans les premiers jours de la maturation à la suite de fermentations variées dues aux bactéries lactiques et coliformes, aux levures et moisissures.

Dans une seconde étape, l'acide lactique peut subir d'autres fermentations en acides organiques plus simples qui peuvent eux-mêmes être transformés en composants de la saveur des fromages comme les aldéhydes et les cétones (Agranier *et al.*, 2003).

II.8.2. Protéolyse

La protéolyse est le phénomène dominant de l'affinage, il est dû à trois catégories d'enzyme : la plasmine du lait, les protéases coagulantes et les protéases et peptidases microbiennes. Il se traduit par la libération successive de peptides puis d'acides aminés. Ces derniers peuvent dans certains cas être eux-mêmes dégradés en composants très variés contribuant à la saveur marquée de certains fromages très affinés (Choisy *et al.*, 1997).

II.8.3. Lipolyse

Sous l'action des lipases, les triglycérides insolubles dans l'eau sont hydrolysés en glycérides partiels et en acides gras libres.

La lipolyse marquée se poursuit par une transformation secondaire des acides gras en alcools, aldéhydes et cétones, responsable du goût et de l'arôme caractéristique des produits affinés (Agranier *et al.*, 2003).

II.9. Conditionnement

Après toutes ces opérations, le fromage type «camembert» est prêt à être commercialisé. Le meilleur conditionnement consiste à l'emballer dans du papier cellulosique et de le placer dans des boîtes en carton, cet emballage doit :

- Être non toxique.
- Assurer une protection chimique.
- Être étiqueté avec précision (date de fabrication et de péremption, composition du produit, etc...).

Une fois cette opération réalisée, les fromages sont prêts à être commercialisés soit à partir de l'unité, ou à partir des points de vente.

Les différentes étapes de la fabrication du fromage à pâte molle type camembert sont présentées dans la figure 2.

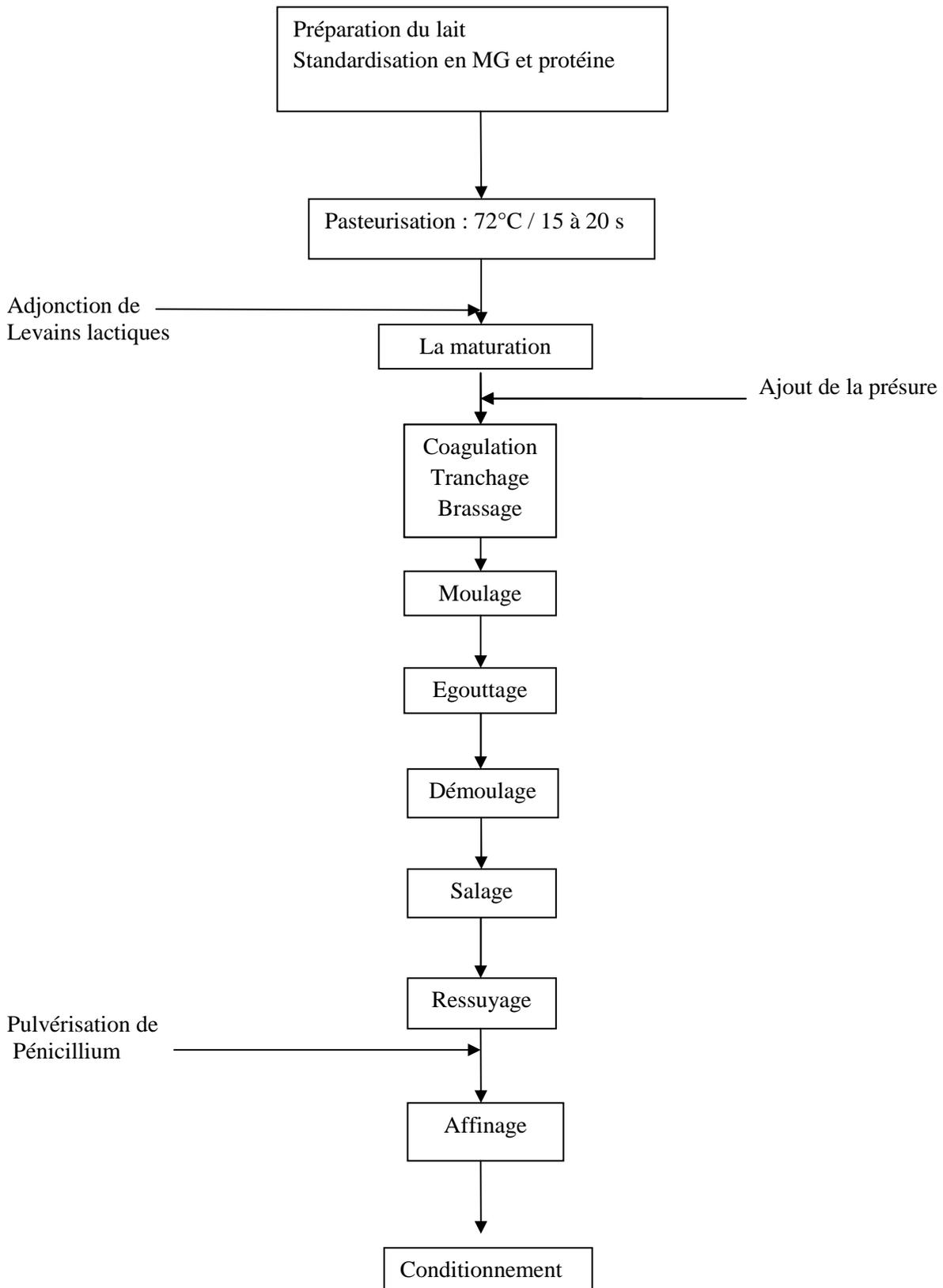


Figure 2 : Diagramme de fabrication du camembert (Mahaut *et al.*, 2000).

II.1. Hygiène

L'hygiène peut être définie comme un ensemble de règles et de pratiques tendant à préserver et à améliorer la santé. Comme ce concept est très vaste, il a dû être divisé en un certain nombre de sous ensembles ; on parlera donc entre autres :

- Hygiène individuelle qui comprend tout un ensemble de soins personnel, qui vont de la propreté corporelle et vestimentaire, à celle des ustensiles de cuisine et à la salubrité de l'habitation.
- Hygiène alimentaire qui est animée par le souci que les aliments soient équilibrés, non avariés, non pollués.
- Hygiène collective qui comporte un ensemble de règles destinées à enrayer la propagation des maladies contagieuses (Belloin, 1993).

Généralement les mesures d'hygiène s'appliquent aux personnels, matériels et aux surfaces en contact avec l'aliment, ainsi que l'air ambiant.

II.1.1. Les surfaces

En industrie alimentaire deux grandes catégories de surfaces sont distinguées :

a. Les surfaces alimentaires : c'est-à-dire celles qui seront ou pourront être en contact avec les denrées. Pour ces dernières, les méthodes de nettoyage et de désinfection répondent à des critères précis.

Ces surfaces doivent être en acier inoxydable ou autre matériau résistant à la corrosion, lisse, non toxique, non absorbant et nettoyable. Elles ne doivent pas comporter de recoins ni d'obstacles à l'écoulement du produit, ni d'endroits susceptibles de favoriser la contamination. Elles doivent être faciles d'accès pour l'inspection pour le nettoyage, qu'elles soient montées ou démontées (Bourillon, 1998).

b. Les surfaces non alimentaires : celles qui ne sont jamais directement en contact avec les aliments (sols, plafonds, murs, etc.).

Elles doivent être maintenues propres en permanence pour éviter des contaminations croisées entre des zones mal entretenues et les surfaces alimentaires, voire les denrées elles-mêmes. Elles doivent être en matériaux résistants à la corrosion, lisses, non absorbants et nettoyables (Bourillon, 1998).

II.1.2. Matériel et ustensiles

Le matériel et les ustensiles susceptibles d'être mis en contact avec les denrées alimentaires doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

- Les surfaces en contact avec les aliments doivent être parfaitement lisses et résister aux opérations répétées d'entretien et de nettoyage.
- Présenter un aspect et une forme adéquate et qu'ils soient installés de façon à faciliter leur nettoyage (Anonyme 2, 1993).

II.1.3. L'air ambiant

Il doit y avoir une ventilation adéquate et suffisante, qu'elle soit naturelle ou mécanique. Il importe d'éviter tout flux d'air pulsé d'une zone contaminée vers une zone propre. Les systèmes de ventilation doivent être conçus de manière à permettre d'accéder aisément aux filtres et aux autres pièces devant être nettoyées ou remplacées (Anonyme 3, 1991).

II.1.4. Hygiène du personnel

La responsabilité du personnel de l'industrie alimentaire ou des commerçants de denrées alimentaires est engagée dans un grand nombre des intoxications ou des infections d'origine alimentaire, il est donc indispensable que tous ceux qui à un titre quelconque interviennent dans le circuit de la production ou de la distribution des aliments soient informés des exigences de l'hygiène alimentaire. Cette information ne doit pas être une simple acquisition de notions théoriques, il faut qu'elle serve surtout à des applications pratiques (Ledere, 1985)

- L'examen médical régulier du personnel de la production : des visites médicales périodiques (à l'embauche, après arrêt maladie et environ une fois par an) doivent être prévues par le législateur.

L'employeur devra mettre à disposition et tenir propre une pharmacie de première urgence.

- Les mains sont l'outil de travail le plus souvent utilisé par le personnel. La propreté des mains est donc une préoccupation obligatoire pour le personnel. En effet, si la propreté des mains n'est pas correctement assurée, il y a de forts risques de transmission de germes pouvant avoir des répercussions graves tout le long de la chaîne alimentaire, et en particulier dans l'assiette du consommateur (Quittet et Nelis, 1999).

- La tenue vestimentaire est un élément essentiel de l'hygiène. En effet, tous ce que nous portons en dehors du lieu de travail se retrouvent souillés par des contaminations diverses (boue, terre, microbes véhiculés par l'air pollué, contact avec des surfaces souillées). Il est donc impératif de ne pas apporter ces microbes dans les zones de manipulation fabrication et conditionnement des produits alimentaires. Il est alors impératif de prévoir un vestiaire à l'entrée de l'unité de transformation, et l'obligation du port de blouse et une charlotte de manière à éviter que des cheveux ne puissent tomber dans les aliments (Quittet et Nelis, 1999).

II.2. Application de l'hygiène

Pour mettre en application les " pratiques d'hygiène", il est nécessaire de connaître :

- Les souillures à éliminer ainsi que leurs supports.
- L'eau utilisée pour les différentes opérations de nettoyage.
- Les opérations de nettoyage et de désinfection (Luquet, 1986).

II.2.1. Les souillures

Ce sont toutes les matières non désirées y compris les résidus de produit contenant ou non des micro-organismes. Plusieurs types de souillures peuvent s'accumuler sur les surfaces. On peut distinguer :

- **Les souillures minérales** : ce sont essentiellement des dépôts de matière minérale souvent issus de l'eau utilisée dans les processus de fabrication ou des produits eux-mêmes (Bourillon, 1998).

- **Les souillures organiques** : ce sont des fragments « macroscopiques » de produits. Hormis le cas particulier de produits stériles, les souillures organiques renferment fréquemment des micro-organismes qui peuvent s'y multiplier.

Les souillures non microbiologiques, en fonction de leur solubilité, de leur faciliter de nettoyage et de leur comportement à la chaleur sont représentées dans le tableau II (Vignola, 2002).

Tableau II : Caractéristiques des différents résidus alimentaires (Vignola, 2002).

Nature des résidus	Origine des résidus	Facilité de nettoyage	Efficacité de l'eau	Efficacité des alcalins	Efficacité des acides
Protéines	<ul style="list-style-type: none"> - Précipitation par surconcentration - Coagulation acide et présure - Chaleur : dénaturation - Dessèchement 	Très difficile	Peu soluble	Soluble avec la formation de sels facilement dispensables dans l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Légèrement soluble. - peut amener une coagulation. - peut aider au décollement dans le cas des protéines coagulées par l'acide
Graisses	<ul style="list-style-type: none"> - Chaleur : polymérisation. - Oxydation. - Froid 	Difficile	Insoluble, mais l'eau chaude favorisera le ramollissement et l'entraînement	Soluble, mais formation possible de savons.	Action très faible
Sucres	Chaleur : caramélisation	Facile	Solubles ou faiblement dispensables	Aucun effet notable	Aucun effet notable
Minéraux	Chaleur : accélération de l'entartrage	Facile à difficile	Solubilité variable. -monovalents : Solubles -polyvalents : insolubles	Peu efficace	Solubles (Bonne dissolution des minéraux)

- **Les souillures microbiologiques** : Il s'agit d'accumulation de micro-organismes sur les surfaces. Ce sont en général des micro-organismes résiduels après nettoyage non suivi de désinfection ou suivi d'une désinfection insuffisante. Ces micro-organismes colonisent les surfaces sous forme de Biofilms (Bourillon, 1998).

Les bactéries se trouvant dans un biofilm sont résistantes aux agents extérieurs tels que les ultraviolets, les agents antibactériens t'el que les désinfectants, la chaleur, les bactériophages cette résistance augmente avec l'âge du biofilm.

Les biofilms sont identifiés comme la source de lourds problèmes industriels : accélération de phénomènes de corrosion, contamination des équipements, phénomène d'encrassement et complication du nettoyage et de la désinfection (Bourillon, 1998).

Dans les usines de productions laitières, la formation de biofilms peut avoir lieu dans différentes sites de la chaîne de transformation du lait (Parkar *et al.*, 2004). Ceci comprend les réservoirs de stockage du lait, les canalisations et autour des joints . De même, les surfaces de contact du produit dans les appareils de traitement telles que les pasteurisateurs et des évaporateurs, sont considéré comme une source importante de contamination du produit dans la ligne de transformation du lait. La croissance des biofilms laitiers conduit à l'augmentation des possibilités de contamination microbienne des produits laitiers transformés. Ces biofilms peuvent contenir des micro-organismes pathogènes et de détérioration (Parkar *et al.*, 2004). Les étapes de formation du bio film sont présentées dans la figure 3.

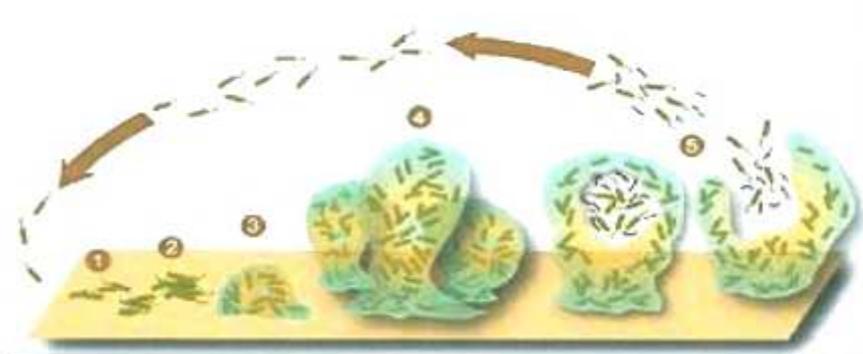


Figure 3 : les étapes de formation du bio film (Marchand *et al.*, 2012)

- 1- adhésion réversible 3- formation de micro-colonies
2- adhésion irréversible 4- maturation du bio film 5- détachement du bio film

II.2.2. Les supports

Les détergents et les désinfectants doivent éliminer la souillure sans attaquer le support.

Lorsque les souillures et les matériaux présentent les mêmes propriétés face au nettoyage, le nettoyage devient plus particulièrement délicat (Belloin, 1993).

L'acier inoxydable est largement utilisé en industrie agroalimentaire principalement en raison de sa grande résistance à la corrosion et de son aptitude au nettoyage et à la désinfection (Haegeli *et al.*, 1998).

II.2.3. L'eau utilisée pour le nettoyage

L'eau joue un rôle important dans les opérations de nettoyage et désinfection car elle constitue la base de toutes les solutions.

Le paramètre déterminant la qualité de l'eau pour la détergence est la dureté, qui reflète la quantité de calcium et de magnésium dissoute, le plus souvent sous forme de bicarbonates. En effet, les ions calcium et magnésium présents dans l'eau ainsi que d'autres cations en moindres quantités ont des effets négatifs à la fois sur la performance de la solution détergente et sur l'équipement utilisé. Sur le plan bactériologique, l'eau doit être potable (Eck et Gillis, 1997).

II.2.4. Les opérations de nettoyage et de désinfection

II.2.4.1. Le nettoyage

II.2.4.1.1. Définition du nettoyage

Le nettoyage est une opération visant à éliminer d'un support les souillures organiques et minérales visibles ou microscopiques. Cette opération est réalisée à l'aide de produits détergents choisis en fonction du type de souillures et des supports, cela permet d'obtenir une propreté visible des surfaces (Bimbenet et Duequenoy, 2002).

II.2.4.1.2. Les méthodes de nettoyage

Il existe divers procédés de nettoyage :

➤ **Le nettoyage manuel** : est une opération simple où l'intervention humaine est très importante. Elle est utilisée pour le nettoyage des locaux (sols et murs), des installations démontées et autre matériaux comme les cuves de lait.

➤ **Le nettoyage au moyen de pression** : Il peut recouvrir plusieurs techniques :

- le nettoyage à haute pression ;
- le nettoyage à basse ou moyenne pression.

Ces techniques sont utilisées pour le nettoyage des surfaces (Commeau, 1997).

➤ **Nettoyage par immersion** : Cette technique est surtout utilisée pour le nettoyage du petit matériel. Les éléments sont introduits successivement dans un bain détergent, une eau de rinçage, un bain désinfectant et une nouvelle eau de rinçage (Quittet et Nelis, 1999).

➤ **Le nettoyage par lave-vaisselle** : utilisé également pour le nettoyage du petit matériel exemple : les claies, les moules...

Ces machines effectuent les opérations de nettoyage et comportent en plus, un programme de désinfection par rinçage à l'eau chaude à la fin du cycle de nettoyage.

➤ **Nettoyage en place (NEP) ou « Cleaning in place » (CIP)** : c'est un système de nettoyage intégré dans le processus de production. Il permet de nettoyer l'intérieur des machines sans les démonter. C'est le système de nettoyage le plus utilisé dans l'industrie laitière.

Le nettoyage en place (NEP) des réseaux et équipements est réalisé par une unité fixe ou mobile dans laquelle sont préparés les produits de nettoyage (acide et/ou soude), puis injectés en boucle au moyen d'un tableau de pontage et de pompes de circulation (Anonyme 4, 1999).

Le NEP est un système fermé où la solution de recirculation de nettoyage est appliquée souvent avec des jets qui nettoie, rince et désinfecte les appareils. Le système NEP est le plus souvent contrôlé automatiquement, les séquences de nettoyage sont programmées pour un temps optimal et un nettoyage efficace de toutes les parties de l'équipement (Demeziere, 1998).

Les appareils Cleaning-in-Place (CIP) sont principalement employés pour le nettoyage des canalisations, les cuves, les échangeurs de chaleur et les homogénéisateurs. Le système CIP peut varier dans le degré d'automatisation selon les conditions de nettoyage (Demeziere, 1998).

Le programme complet de CIP comprend plusieurs étapes qui sont :

- Nettoyer à grandes eaux pour éliminer les résidus ;
- Nettoyage alcalin : les détergents alcalins dissolvent les graisses et les protéines et nettoient les dépôts qui sont difficiles à enlever ;
- Premier rinçage intermédiaire à l'eau ;
- Nettoyage à l'acide : il sert à neutraliser les restes caustiques sur les surfaces de l'équipement. Les détergents acides enlèvent les dépôts minéraux dans les appareils (spécialement dans les aires chaudes comme les pasteurisateurs) ;

- Deuxième rinçage intermédiaire à l'eau : l'eau froide enlève les résidus acides ;
- Désinfection qui a pour but l'élimination des micro-organismes et/ou l'inactivation des virus indésirables portés par des milieux inertes ;
- Un rinçage final pour éliminer toute trace de désinfectant (Duchesne, 1998).

Quel que soit le NEP utilisé, la centrale de nettoyage en place automatique comprend toujours :

- Des capacités de stockage pour la préparation, la récupération et le stockage des différentes solutions.
- Des dispositifs d'alimentation et de récupération des solutions entre la centrale proprement dite et le matériel à nettoyer (vannes, pneumatiques, tuyauterie, pompes et divers).

Un tableau de contrôle et de commande relié à divers dispositifs assurant le déroulement des programmes en maintenant les différents paramètres aux valeurs consignes (Duchesne, 1998).

II.2.4.1.3. Les produits de nettoyage

Il existe divers produits de nettoyage :

❖ Les détergents alcalins

Parmi les quels on trouve la soude, la potasse, le carbonate de sodium, le phosphate trisodique, le méta et l'orthosilicate de sodium et l'ammoniaque. Ce sont des produits bien adaptés à l'élimination des souillures organiques (Bimbenet et Duequenoy, 2002).

❖ Les détergents acides

Parmi lesquels on trouve les acides chlorhydrique, nitrique, phosphorique, acétique, lactique, citrique, tartrique et sulfonique. Ils sont caractérisés par leurs actions de désoxydation et de détartrage, c'est-à-dire l'élimination des dépôts minéraux, ils ont aussi une action désinfectante.

❖ Les agents de surface

Ils sont des corps capables de modifier fortement les propriétés de la surface ou l'interface de la solution.

Ils permettent l'enlèvement des salissures grasses et améliorent le mouillage, l'émulsification et le rinçage des souillures (Quittet et Nelis, 1999). Les agents de surface possèdent un ou plusieurs groupements polaires et une chaîne hydrocarbonée apolaire. On classe généralement les agents de surface d'après la nature du groupement polaire :

- **Les agents de surface anionique** : ont un groupement polaire acide, les principaux produits de ce type sont :
 - les savons ou sels alcalins d'acides gras ;
 - les alcoylsulfates primaires et secondaires ;
 - les alcoylaryl sulfonates.
- **Les agents de surface cationiques** : contiennent un groupement à ammonium quaternaire ou une amine ethoxylée (Bimbenet et Duequenoy, 2002).

❖ **Les détergents chélatants ou séquestrants**

En se combinant à un cation, ils agissent de manière analogue à l'action des détergents acides, évitant ainsi la précipitation des dépôts minéraux et redissolvent certains dépôts formés (Ducoulombier et Bousser, 1986).

L'efficacité des différents détergents est représentée dans le tableau III.

Tableau III : Efficacité des détergents (Ducoulombier et Bousser, 1986).

Type	Composé détergent	Dissolution organique	Mouillant	Dispersion suspension	Rinçage	Comple-Xation	Bactéricide suivant temps
Alcalin	Soude caustique	5	0	0	1	0	2-6
	Carbonate de sodium	2	0	1	1	0	1-4
	Métasili-cate de sodium	3	0	4	3	0	1-4
	Phosphate trisodique	2	0	4	3	0	1-4
Acide	Acide nitrique	2	1	0	2	/	2-6
	Acide phosphorique	2	1	2	2	/	1-4
	Acide sulfonique	1	0	0	2	/	1-4
	Acide gluconique	0	0	0	2	/	1-3
	Acide citrique	0	0	0	2	/	1-3
Agents Sequest-rants	EDTA	0	0	2	5	5	1
	Tripolyphosphate de Na	2	0	3	2	3	0-1
	gluconate de Na	1	0	1	2	3	0-1
Agent de surface	anionique	0	5	5	5	0	1

Légende : 0 : sans effet ; 1, 2, 3, 4, 5,6 : effet croissant

Chaque détergent est spécifique à un certain domaine d'application.

Exemple : les détergents alcalins sont plus efficaces pour la dissolution organique.

Les agents de surfaces sont très faciles à rincer vue leur grande muabilité.

- **Les étapes du mécanisme de nettoyage :**

L'efficacité d'un produit de nettoyage dépend de ses propriétés chimiques mais aussi d'un ensemble de phénomènes physicochimiques qui interviennent comme suites :

- ❖ **La séparation souillure-substrat**

Elle est favorisée par les agents de surface contenus dans les solutions détergentes. Ces agents de surface sont adsorbés sur la souillure, ce qui a pour effet de diminuer les tensions superficielles et d'améliorer la pénétration de la solution dans la souillure (Ducoulombier et Bousser, 1986).

- ❖ **La dispersion de la souillure dans la solution détergente**

Cette phase consiste à dégager la surface à nettoyer des souillures qui seront évacuées par la solution détergente. Elle nécessite un apport d'énergie qui pourra être réduit si on utilise des agents de surface convenables (Ducoulombier et Bousser, 1986).

- ❖ **La stabilisation de la dispersion**

Elle permet de prévenir la redéposition de la souillure dispersée sur la surface propre. C'est le rôle des agents d'antiredéposition qui vont compléter le rôle des tensioactifs en modifiant la charge électrique, (Nardello-rataj *et al.*, 2003).

Les étapes du mécanisme de nettoyage sont présentées dans la (Figure 04).

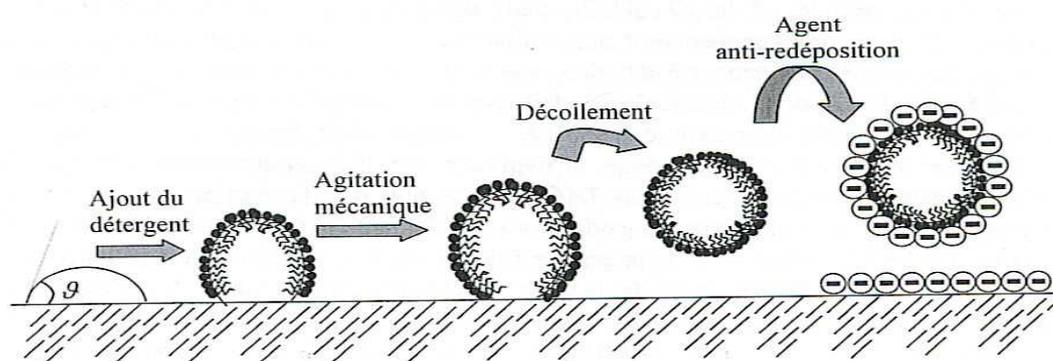


Figure 4 : Les étapes du mécanisme de nettoyage (Nardello-rataj *et al.*, 2003).

II.2.4.1.4. Facteurs influençant le nettoyage

Pour un nettoyage d'une efficacité optimale, il faut prendre en considération des différents facteurs qui ont une influence sur le nettoyage, voir figure 5et6 :

❖ Température

Il faut respecter les températures d'utilisation recommandées par le fabricant d'un produit afin de tirer profit de sa formulation. Certains produits seront plus efficace à l'eau chaude et d'autre à des températures plus basses. Une température trop froide fera solidifier les gras sur les surfaces, mais une température trop chaude pourra dénaturer les protéines ce qui rendras leur élimination plus difficile (Vignola, 2002).

❖ Action mécanique

C'est l'action apportée par l'utilisation de matériel qui engendre un frottement et une pression. Le brossage est le mode de nettoyage le plus ancien et le plus efficace autant qu'on ait accès à tous les recoins et qu'on dispose du temps nécessaire. L'utilisation de brosse en bois ou en métal et de tampons métalliques est strictement interdite. On peut produire une action mécanique par une agitation ou une circulation sous pression de la solution de lavage. Dans les opérations de nettoyage, l'action mécanique doit être modulée afin d'éviter les altérations du support (Vignola, 2002).

❖ Concentration

Il est important de respecter les concentrations recommandées par le fabricant afin de s'assurer de l'efficacité des produits, d'éviter les problèmes de corrosions des équipements, de contaminations chimiques des surfaces nettoyées et de santé et sécurité des employés.

Il est important de respecter la dilution de produit dans les opérations de nettoyage, le "sur - dosage" et le "sous - dosage" ont des incidences sur le résultat attendu (Vignola, 2002).

❖ Temps de contact

Pendant les opérations de nettoyage, le temps d'action est combiné à l'action chimique. C'est le fait de laisser agir le produit sur le support qui accroît son pouvoir nettoyant. Il faut respecter le temps de contact spécifié par le fournisseur, afin d'avoir une meilleure action détergente pour une meilleure désinfection (Vignola, 2002). Si l'un des facteurs de nettoyage est diminué, on doit obligatoirement compenser cette perte en augmentant un ou plusieurs des autres facteurs.

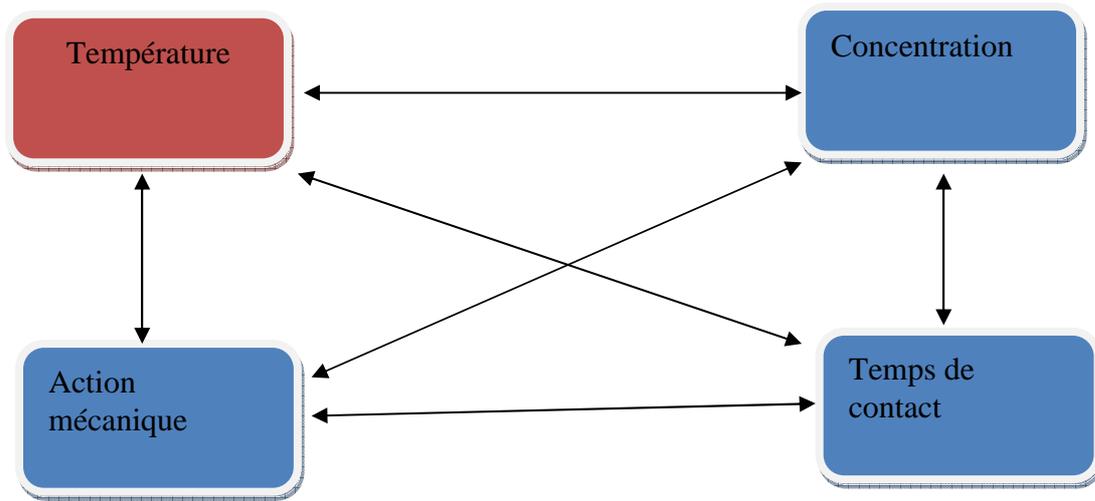


Figure 5 : Cinétique de nettoyage (Carole et al., 2002).

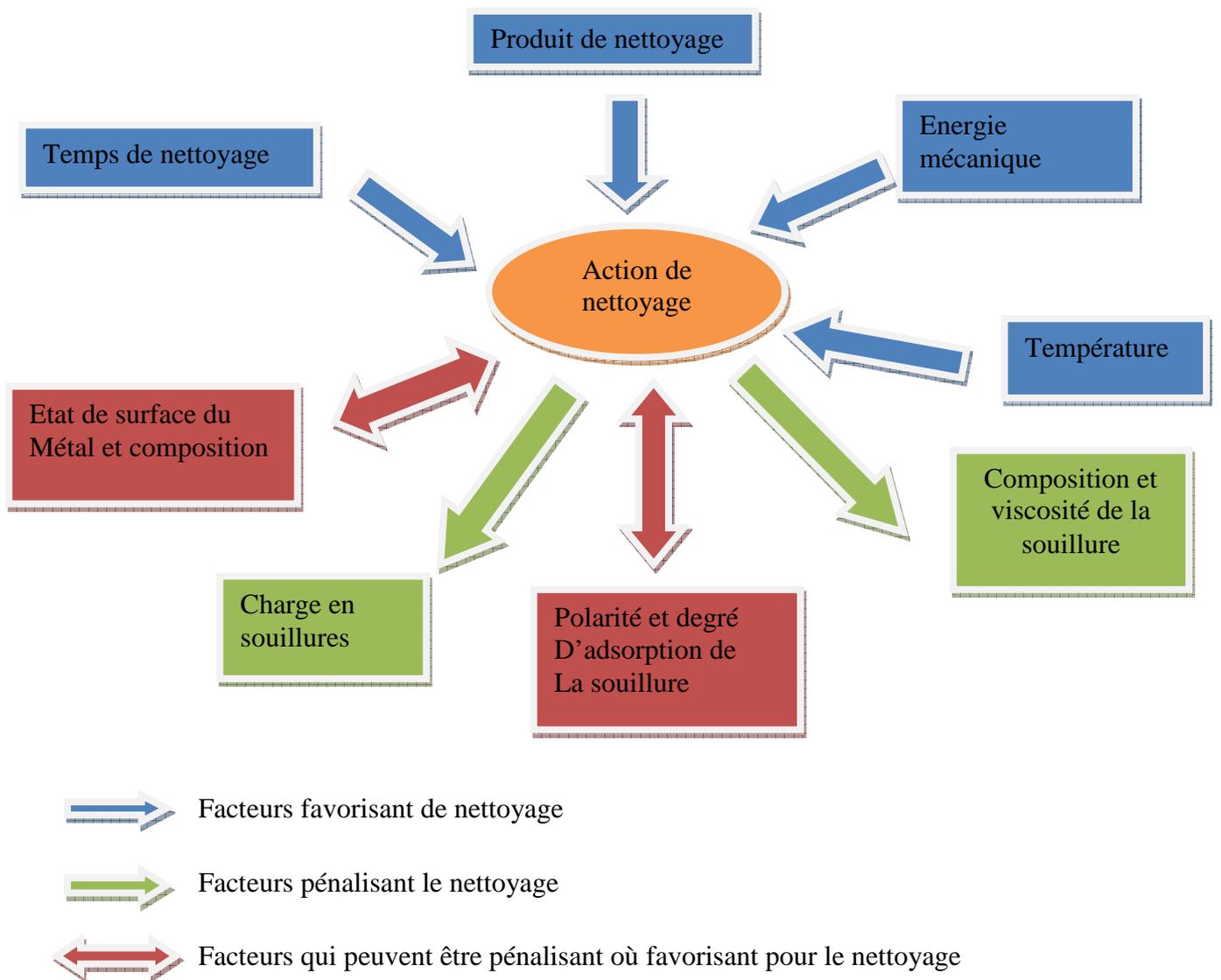


Figure 6 : Action de nettoyage et ses paramètres (Jaudon , 2000).

II.2.4.2. Désinfection

Le nettoyage et le premier rinçage permettent d'éliminer les souillures visibles (protéines, graisses,...) ainsi qu'une partie de la charge microbienne. Cependant, cela ne suffit pas pour minimiser les risques de contaminations microbiologiques des denrées alimentaires par le matériel. La désinfection est en effet une étape nécessaire pour réduire drastiquement les populations bactériennes (Guyader *et al.*, 1996).

II.2.4.2.1. Définition

La désinfection est l'opération qui vise à détruire chimiquement les micro-organismes indésirables en intervenant sur leurs structures ou leurs métabolismes.

Le schéma général d'action d'un désinfectant comporte trois étapes :

- Fixation du désinfectant sur l'enveloppe cellulaire, altération et franchissement de cette enveloppe ;
- Altération de la membrane cytoplasmique et dysfonctionnement cellulaire ;
- Altération des constituants cellulaires (Bimbenet et Duequenoy, 2002).

II.2.4.2.2. Modalité

On distingue deux méthodes de désinfection :

- La désinfection physique ;
- La désinfection chimique.

❖ La désinfection physique (la chaleur)

La chaleur est très utilisée dans l'industrie alimentaire. C'est un des agents les plus sûrs pour la destruction des micro-organismes, sous réserve de l'application stricte des barèmes température-temps. Les deux techniques les plus répandues pour la production de chaleur sont la vapeur et l'eau chaude.

❖ La désinfection chimique

Largement répandue, elle fait appel à l'utilisation de différents types de désinfectant. Contrairement aux solutions détergentes, l'action des solutions désinfectantes n'est pas proportionnelle à l'action mécanique.

Les trois paramètres qui rendent leurs actions optimales sont :

- La concentration ;
- Le temps de contact (le plus important) ;
- La température (Quittet et Nelis, 1999).

II.2.4.2.3. Choix d'un désinfectant

Pour assurer une bonne désinfection, le produit doit répondre aux exigences suivantes :

- Avoir un large spectre d'efficacité ;
- Etre utilisé à faible concentration ;
- Avoir une action durable ;
- Etre sans danger, même à forte concentration, pour l'homme ;
- Ne laisse aucun résidus de souillure ;
- Etre sans action corrosive sur les matériaux ;
- Etre peu coûteux (Quittet et Nelis, 1999).

II.2.4.2.4. Les produits de désinfection

Dans les industries alimentaires les principaux désinfectants sont :

❖ L'acide peracétique

Mélange d'acide acétique et de peroxyde d'hydrogène, c'est un désinfectant très efficace (Bimbenet et Duequenoy, 2002).

❖ Les composés halogènes

Chlore et dérivés, l'iode et dérivés. Ces composés conduisent à des désinfectants très utilisés pour leur efficacité, à des concentrations faibles en chlore actif, de l'ordre de quelques mg/l. Le mélange d'iode avec un agent tensio-actif, désigné sous le nom d'iodophore à une action bactéricide énergique à des concentrations faibles (Bimbenet et Duequenoy, 2002).

❖ Les aldéhydes

Le formaldéhyde en solution à 30% (formol) est utilisé sous forme gazeuse. Il possède un large spectre d'action et il est actif sur une grande plage de pH (Quittet et Nelis, 1999).

❖ Les composés d'ammonium quaternaire (CAQ)

Ces composés ont à la fois un pouvoir détergent et une activité microbicide, leur efficacité diminue en présence notamment des souillures protéiques, d'où la nécessité de les utiliser sur des surfaces soigneusement nettoyées au préalable.

Les CAQ sont bactériostatiques à faible concentration et bactéricide aux concentrations élevées (Bimbenet et Duequenoy, 2002).

D'autres produits de désinfection peuvent être utilisés : l'ozone, l'eau oxygénée, l'alcool, les cétones et les acides et bases fortes.

L'efficacité des différents désinfectants est représenté dans le tableau IV.

Tableau IV : Efficacité comparée des désinfectants (Eck et Gillis, 1997).

Propriétés	Désinfectant	Acide acétique + Eau Oxygénée	Eau Oxygénée	C.A.Q	Chlore	Iode	formol
	Bactéries						
Gram +		+	+	+	+	+	+
Gram -		+	+	(+)	(-)	+	+
Efficacité	Spores	+	(-)	-	(+)	(+)	(+)
	Levures-moisissures	+	(-)	+	(+)	+	+
	Virus	+	(+)	(+)	+	+	(+)
	Bactériophages	+	(-)	-	+	+	+
	Action à base température	+	(-)	(+)	+	+	(-)
Utilisation	pH d'utilisation	7	7	11	13	5	10
	Influence Mat.org	(-)	(-)	(-)	-	(-)	(+)
	Corrosion	+	+	+	(+)	(+)	(+)
	Mousse	+	+	-	+	(-)	+
	Résidus Toxiques	+	+	(-)	+	(+)	(-)
	Rinçabilité	+	+	(-)	+	(+)	(+)

Légende : + Bon, (+) Passable, (-) Médiocre, - Mauvais

II.2.4.3 Le coût de l'hygiène

Il n'est pas possible dans la pratique de déterminer avec précision le coût de revient de l'hygiène car celui-ci fait intervenir des éléments chiffrables avec précision (les produits, etc.) mais aussi d'autres beaucoup plus difficiles à quantifier (temps d'immobilisation des machines, qualité des produits finis, etc.). L'eau, les produits de nettoyage, les fluides auxiliaires (électricité, gaz, vapeur, air comprimé), la main-d'œuvre, le matériel (amortissement, entretien), le manque à gagner par arrêt de la fabrication pour cause d'immobilisation du matériel pendant le nettoyage et le coût des analyses du contrôle de la qualité du nettoyage sont des facteurs déterminants dans le coût des opérations de nettoyage et de désinfection (Belloin, 1993).

Bien que ces éléments soient les principaux à prendre en compte, il faudra en outre ne pas oublier les facteurs suivants : déclassement ou perte de produits alimentaires, sécurité du personnel, fiabilité de la méthode et du résultat, biodégradabilité et traitement des rejets et risques de corrosion sur le matériel. On s'aperçoit donc que le coût de l'hygiène dépend d'un grand nombre d'éléments et que la réussite de l'opération dépendra pour une part importante du personnel chargé de la mettre en application (Belloin, 1993).

PARTIE PRATIQUE

Matériel et Méthode

Notre partie expérimentale a été réalisée au niveau de la S.P.A laiterie de DBK. Cette étude a été menée dans le but de contrôler l'efficacité du système de nettoyage et de désinfection adopté par la laiterie au niveau de la fromagerie. Pour cela nous avons adopté le plan suivant :

- description générale du protocole du nettoyage adopté par la laiterie de DBK.
- le contrôle de :
 - la concentration des produits de nettoyage et désinfection utilisée pour le CIP ;
 - des eaux de rinçage du CIP ;
 - de la charge microbienne du lait résiduel ;
 - de l'eau de processus ;
 - du matériel ;
 - de l'hygiène du personnel ;
 - de l'ambiance ;
 - du produit fini.

I. Présentation de l'unité

L'unité de Draa ben khedda, est une laiterie-fromagerie créée en 1971 et inaugurée en 1974 ; elle se situe à 11Km à l'ouest de la ville de Tizi-Ouzou et occupe une superficie de 40000 m². En 1998, un groupement des offices donne naissance à un groupement industriel Dénommé « GIPLAIT » [Groupement industriel de production laitière]. Cette unité a été prévue pour traiter 50000L de lait par jour, par la suite ses capacités de production ont été accrues pour atteindre 350000 à 400000 L par jour. Face à la demande importante, il a été procédé à l'aménagement d'un système de travail formé par trois équipes de huit heures chacune. L'unité produit une gamme assez importante de produits allant du lait pasteurisé, lait fermenté (l'ben), crème fraîche et une variété de fromage à pâte molle type camembert tel que le Tassili, La Cigogne, le Brie galette en diverse formes ronde et carrée.

Matériel et Méthode

II. Les détergents et désinfectants utilisés au niveau de la laiterie DBK

- ❖ **les détergents utilisés** : les détergents utilisés sont présentés dans le tableau (V)

Tableau V : Les détergents utilisés au niveau de l'unité.

Produits caractéristiques	Acide sulfurique	La soude caustique	Sterilacid 605
- Concentration	1 – 1.5 %	1.5 – 2.5 %	0.5 – 1 %
- Composition	- Acide pure	- base forte	-Acide phosphorique + matières désinfectantes
- Propriétés Technologiques	- Solubilisé les souillures minérales.	- Permet l'élimination des souillures organique	- Solubilisé les matières organiques et minérales.
- Température d'utilisation	60 – 65 °C	80 – 85 °C	60 – 80°C
- Formule chimique	H ₂ SO ₄	NaOH	H ₃ PO ₄
- Utilisation légale	- Conforme à la législation selon l'arrêté du 08/09/1999 Concernant les procédés de nettoyage pour le matériel pouvant se trouver en contact avec les denrées alimentaires	Conforme à la législation selon l'arrêté du 08/09/1999 Concernant les procédés de nettoyage pour le matériel pouvant se trouver en contact avec les denrées alimentaires	Conforme à la législation selon l'arrêté du 08/09/1999 Concernant les procédés de nettoyage pour le matériel pouvant se trouver en contact avec les denrées alimentaires
- Propriété Microbiologique	Bactéricide	-	Bactéricide

Matériel et Méthode

❖ **Les désinfectants utilisés :** Les désinfectants utilisés sont présentés dans le tableau (VI)

Tableau VI : Les désinfectants utilisés par le personnel et leurs propriétés

Produits caractéristiques	Manugel	Hypochlorite de sodium (NaOCL)
Composition	Solution hydroalcoolique sur base de 2-propanol plus agents antiseptique	Solution de javel
Concentration	60 % d'alcool	Solution à 12 % avec 3.61 % de chlore actif
pH optimal	5.5 - 6	4.0 – 6.0
Propriété microbiologique	Bactéricide et fongicide	Large spectre
Mécanisme d'action		Destruction des protéines structurale Blocage de l'activité enzymatique

Matériel et Méthode

III. Protocole de nettoyage et désinfection adopté par la laiterie DBK

Avant d'évaluer l'efficacité de la méthode de nettoyage et désinfection adopté par l'unité, il faut d'abord connaître le protocole utilisé pour le nettoyage au sein de la société.

Le protocole de nettoyage et désinfection est présenté dans le tableau (VII)

Tableau VII : Protocole de nettoyage et désinfection adopté par la laiterie DBK

Local, matériel ou personnel	Programme de nettoyage et désinfection	Fréquence de nettoyage et désinfection
Canalisations, les échangeurs de chaleur et les homogénéisateurs	<ul style="list-style-type: none">❖ Nettoyer à grande eaux (5mn)❖ Nettoyage alcalin (25mn)❖ Rinçage à l'eau (2mn)❖ Nettoyage à l'acide (20mn)❖ Rinçage à l'eau (3mn)	Deux fois par jour. Parfois trois fois par jour.
Les cuves	<ul style="list-style-type: none">❖ Rinçage à l'eau❖ Brossage manuel❖ Nettoyage à la soude caustique❖ Rinçage à l'eau	Après chaque fin de fabrication
Matériels	<ul style="list-style-type: none">❖ Rinçage à l'eau❖ Nettoyage à l'acide (contact de 45secondes)❖ Rinçage à l'eau	Après chaque fin de fabrication
Nettoyage et désinfection des mains	<ul style="list-style-type: none">❖ Rinçage à l'eau❖ Nettoyage au manugel❖ Rinçage à l'eau	A chaque retour au travail.
Locaux et Salle de production	<ul style="list-style-type: none">❖ Raclage des surfaces❖ Rinçage à l'eau❖ Nettoyage au détergent❖ Rinçage à l'eau❖ Désinfection	Une fois par jour.

IV. Echantillonnage et techniques de prélèvement

Il ne suffit pas de choisir un programme de nettoyage et désinfection et de l'appliquer, mais il faut s'assurer de son efficacité. Cette dernière est évaluée suite à des contrôles préétablis qui permettent d'une part de s'assurer que le programme de nettoyage et désinfection est effectivement appliqué et d'autre part de s'assurer qu'il est efficace.

IV.1. la soude caustique et l'acide sulfurique

A partir des cuves qui contiennent les solutions d'acides et de soude, prélevé 250ml de chaque solution. Le prélèvement se fait avant le début de nettoyage CIP

IV.2. Lait résiduel

Le prélèvement se fait dans des conditions d'asepsie. Après flambage de la canalisation de sortie du tank et écoulement de quelques millilitres, les échantillons sont ainsi récupérés dans des flacons stériles.

IV.3. Les eaux de rinçage

Après flambage de la canalisation de sortie du tank et écoulement de quelques millilitres, les échantillons sont récupérés dans des flacons stériles.

IV.4. L'eau de processus

Après avoir flambé le robinet d'eau du réservoir, ouvrir ce dernier et laisser couler quelques secondes (pour évacuer l'eau stagnante), flambé l'ouverture du flacon stérile de 250 ml et le remplir tout en respectant rigoureusement les conditions d'asepsie.

IV.5. Matériel

Nous avons procédé au contrôle microbiologique du matériel entrant en contact avec le produit aux différentes étapes de la fabrication comme : le bloc mol, les claies, le répartiteur, cuve, pelle et brassoir. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un écouvillon stérile par frottement.

IV.6. Hygiène du personnel

Pour évaluer l'état d'hygiène du personnel manipulant le produit, des empreintes digitales sur milieu gélosé avant et après nettoyage des mains ont été effectués.

IV.7. l'air ambiant

Des boîtes de pétri contenant un milieu gélosé sont déposées dans les lieux suivants :

- les couloirs ;
- les salles de fabrication, salage et ressuyage.

IV.8. Produit fini

Les portions de fromage ont été prélevées au niveau des hâloirs enveloppés dans du papier cellulosique.

V. Méthodes

V.1. Analyses physicochimiques

V.1.1. Mesure de la concentration de soude caustique

Cette analyse s'est portée sur la vérification de la concentration de soude utilisée pour le nettoyage CIP.

- **Principe**

Il consiste à titrer la solution de soude par l'acide sulfurique en présence de l'indicateur coloré (phénolphtaléine) qui à une couleur rose en milieu basique et incolore en milieu acide.

Les indicateurs colorés sont des acides ou des bases organiques dont les formes acide et basique sont de couleurs différentes. Lorsque la forme basique est majoritaire, la solution a la couleur de la base ; dans le cas contraire, c'est la forme acide qui donne sa couleur à la solution. On définit ainsi une zone de virage de l'indicateur coloré, correspondant au passage d'un domaine à l'autre et se traduisant par un changement de coloration de la solution.

- **Mode opératoire**

- verser 10 ml de l'échantillon de soude dans un Erlenmeyer ;
- ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine ;
- titrer avec une solution de H_2SO_4 (0.1N) ;
- noter le volume de chute de burette.

Les résultats sont lus dans le tableau (voir annexe).

V.1.2. Mesure de la concentration de l'acide sulfurique

Cette analyse s'est portée sur la vérification de la concentration de l'acide utilisée pour le nettoyage CIP.

- **Principe**

Il consiste à titrer la solution d'acide par la soude en présence de l'indicateur coloré qui est la phénolphtaléine

- **Mode opératoire**

- verser 10 ml de l'échantillon de l'acide dans un Erlenmeyer ;
- ajouter 2 gouttes de phénolphtaléine ;
- titrer avec une solution de soude (NaOH, 0.1N) ;
- noter le volume de chute de burette.

Les résultats sont lus dans le tableau (voir annexe).

V.1.3. Vérification de l'absence de résidu de soude dans l'eau de rinçage final

Le nettoyage et la désinfection des installations de l'industrie alimentaire sont des opérations délicates et coûteuses. Elles doivent être suivies d'un rinçage final devant éliminer les agents de nettoyage et de désinfection qui pourrait contaminer les produits alimentaires traités. Le rinçage des surfaces en contact alimentaire doit être considéré comme une opération aussi importante que le nettoyage chimique.

Cette analyse est effectuée afin d'exclure la possibilité de présence de trace de soude dans l'eau de rinçage final. La présence de trace de soude est un indicateur d'un mauvais rinçage des tanks.

- **Principe**

La soude caustique est une base forte qui change de couleur en présence d'un indicateur de pH.

- **Mode opératoire**

- verser 10ml de l'eau de rinçage dans un Erlenmeyer ;
- ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré phénol phtaléine.
- s'il ya virage de couleur aux rose cela signifie une présence de résidu de soude.

V.1.4. Détermination du titre hydrotimétrique

Le titre hydrotimétrique (TH) mesure la teneur de l'eau en calcium et en magnésium.

Cette analyse est effectuée pour mesurer la dureté de l'eau de processus. Les eaux dures produisent, par élévation de température, un précipité de carbonate de calcium (CaCO_3) ou tartre. Par ailleurs, le calcium contenu dans ces eaux se combine avec les savons et détergent en neutralisant leur effet.

- **Principe**

C'est une méthode qui effectue une détermination par complexométrie sur un échantillon d'eau avec le sel de sodium d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) en présence du Noir EriochromeT (NET) comme indicateur coloré avec une solution tampon, qui permet d'augmenter l'alcalinité de la solution dans laquelle se passe la réaction.

- **Mode opératoire**

Prélever 100 ml d'eau à analyser, ajouter 5 ml de la solution tampon (pH= 10), puis 15 gouttes du NET et titrer le mélange par la solution d'EDTA (0.01N).

- **Expression des résultats**

-Si la couleur est bleue donc le TH= 0°F.

-Si la coloration vire vers le violet, titrer la solution par d'EDTA (0.01N) jusqu'à l'apparition de la couleur bleue (état initial).

Le résultat est exprimé selon la formule suivante :

$$\text{TH} = V$$

V : volume d'EDTA en ml.

V.2. Analyses microbiologiques

V.2.1. Préparation de la solution mère

- Le fromage
 - Recherche des Coliformes : 10grs de fromage + 90ml de TSE (tryptophane sel eau)
 - Recherche des Salmonelle : 25 grs de fromage + 225 ml de bouillon SFB + une ampoule de sélénite de sodium
- Le lait résiduel et l'eau sont considérés directement comme SM.

Matériel et Méthode

V.2.2.Préparation des dilutions

A partir de la solution mère, prélevée 1ml à l'aide d'une pipette stérile, versé dans un tube à essai contenant au préalable 9ml de TSE, homogénéisé, ainsi on obtient la dilution 10^{-1} .

V.2.3.Recherche et dénombrement des germes

Les différents germes recherches sont présentés dans le tableau (VIII).

Tableau VIII : les germes recherchés pour les différents échantillons

Echantillon	Germes recherches
- Lait résiduel - Eau de rinçage final	- Flore total aérobic mésophile
- Eau de processus	- Coliforme totaux - Coliforme fécaux - Flore total aérobic mésophile
- Matériel	- Coliforme fécaux - Coliforme totaux
- Personnel	- Coliforme totaux - <i>Staphylococcus aureuse</i>
- Produit fini	- Coliforme fécaux - Coliforme totaux - Clostridium sulfitoréducteur - Salmonelle - <i>Staphylococcus aureuse</i>
- L'ambiance	- Levure - Moisissure

Pour le produit fini la recherche des germes est faite conformément au journal officiel de la république algérienne du 27 mai 1998.

V.2.3.1.Dénombrement de la flore totale aérobic mésophile

Le dénombrement de la flore aérobic mésophile reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel et permet donc de suivre l'évolution de la charge microbienne générée dans le tank.

- **Principe**

Le dénombrement de la flore aérobique mésophile est généralement réalisé en milieu solide PCA (Plate Count Agar). Il est nécessaire que le milieu soit à une température inférieure à 45°C. Il faut prendre soin de ne pas trop remplir les boîtes, de manière à ne pas créer des conditions d'anaérobiose stricte : le volume optimum de milieu à rajouter est de 15ml.

- **Technique**

1 ml de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-3}) est introduit aseptiquement à l'aide d'une pipette Pasteur dans des boîtes de Pétries, puis recouvertes de la gélose PCA préalablement fondue et refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$. Les boîtes seront incubées à 30°C pendant 72h.

- **Expression des résultats**

Les colonies se présentent sous forme lenticulaire en masse. Leur dénombrement consiste à compter toutes les colonies ayant poussées sur les boîtes contenant uniquement entre 15 et 300 colonies.

V.2.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Selon la définition ISO, les coliformes sont des bacilles à gram⁻, non sporulés, oxydase⁻, aérobies ou anaérobies facultatives et lactose⁺, leur présence dans les aliments traduit une contamination fécale par le manque d'hygiène (Bourgeois *et al.*, 1996).

- **Principe**

Les coliformes fermentent le lactose avec dégagement de gaz. Cette fermentation est rendue plus sélective par l'utilisation d'un milieu liquide lactosé au vert brillant (VBL) et d'une cloche de Durham dans laquelle est retenu le gaz produit.

- **Technique**

La recherche des coliformes totaux et des coliformes fécaux est effectuée sur milieu liquide pour les prélèvements du matériel et les eaux de processus, sur milieu solide pour les empreintes digitales et le produit fini, en procédant de la façon suivante :

- **Matériel** : introduire 10 ml de TSE dans chaque écouvillon, puis incubé à 37°C pendant 30 minutes pour la revivification des germes.
 - ✓ coliformes totaux : A partir de chaque écouvillon prélevé 1 ml de la solution est introduit dans des tubes contenant le milieu VBL (vert brillant lactosé) avec cloche de Durham, tous ces tubes sont incubés à 30°C pendant 24 à 48 heures.
 - ✓ coliformes fécaux : prélevé un ml, introduire dans un tube contenant le milieu Schubert avec cloche de Durham puis incubé à 44°C pendant 24 à 48 heures.

Matériel et Méthode

- **L'eau de processus** : 1 ml de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-4}) est introduit aseptiquement à l'aide d'une micropipette dans des tubes de milieu liquide BCPL (avec cloche de Durham). Incuber à 30°C pendant 48h pour la recherche des coliformes totaux. 3 tubes sont ensemencés pour chaque dilution.

Après incubation réaliser à partir des tubes positifs un repiquage sur d'autres tubes contenant le milieu Schubert (avec cloche de Durham) et incuber à 44°C pendant 24h pour la recherche des coliformes fécaux.

- **Le personnel** : réalisé des empreintes digitales sur milieu gélose VRBL (gélose lactosé au cristal violet et rouge neutre) pour la recherche des coliformes totaux.
- **Produit fini** : ensemencé 1ml de la solution mère dans des boîtes de pétri stérile et coulé la gélose VRBL préalablement liquéfiée et refroidi 45 °C.
Après solidification du milieu, incubé à 30°C et à 44°C pendant 24 à 48 heures

- **Lecture**

- Milieu liquide (NPP) : les tubes présentant un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 du volume la cloche), un trouble et virage de couleur, sont considérés comme positif.
- Milieu solide (VRBL) : la lecture des boîtes se fait par dénombrement de colonies.

V.2.3.3. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Les *Staphylococcus* appartiennent à la famille des Micrococcaceae. Ils sont Gram ⁺, immobile, asporulés, groupés généralement en grappe de raisin, catalase + (DE BUYSER., 1996). La recherche des *Staphylococcus aureus* repose sur l'emploi de deux milieux :

- ✓ Milieu d'enrichissement : Giolliti Cantoni ;
- ✓ Milieu d'isolement : gélose chapman.

- **Technique**

- Le produit fini : Prélever un ml de la dilution (10^{-1}) dans un tube stérile puis ajouter le milieu Giolliti Cantoni additionné de tellurite de potassium, puis incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Les tubes ayant virés au noir seront présumés positif. Ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur milieu Chapman.

- Personnel : Réalisé des empreintes digitales sur milieu Chapman, puis les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Les colonies non régulières, bombées en surface, entourées d'une auréole jaune plus ou moins large vont subir le test à la catalase. Qui consiste à prendre quelques colonies sur une lame stérile sur la quelle sont versées quelques gouttes d'eau oxygénée. S'il ya effervescence présence de *Staphylococcus*.

La confirmation de la présence de *Staphylococcus aureus* se fait par le test coagulase qui consiste à ensemencer quelques colonies dans un tube à hémolyse contenant 0,5 ml de BHIB et 0,5 ml de plasma de lapin, puis incuber à 37 °C pendant 24heures .Cela na pas put être fait dans notre cas cause de moyens.

- **Lecture**

La présence de coagulation dans les tubes signifiés que le test est positif.

V.2.3.4.Dénombrement des clostridium sulfito-reducteurs

Ce sont des germes anaérobies et sporulant gram +, sont des hôtes normaux de l'intestin, mais ils peuvent se rencontrer également dans le sol. Ils sont des témoins d'une contamination fécale ancienne (Bourgeois et Leveau, 1991).

- **Principe**

La recherche des *Clostridium* sulfito-reducteurs se fait par dénombrement des formes sporulées basée sur :

Une croissance dans les milieux contenant du sulfite de sodium ; Leur pouvoir de réduire le sulfite de sodium et de donner du sulfure de fer, d'où l'apparition de colonies entourées d'un halot noir.

- **Technique**

A partir des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} , prélever 1ml de chaque puis introduit dans des tubes stériles, qui sont chauffées à 80°C au bain-marie pendant 8 à 10 minutes pour tuer les formes végétatives.

Après refroidissement rapide des tubes, ajouter de la gélose viande foie préalablement fondue, refroidie, additionnée d'une ampoule d'alun de fer et une autre de sulfite de sodium.

Les tubes sont homogénéisés puis incubés à 37°C pendant 24 à48 heures.

- **Lecture**

Les tubes qui contiennent des colonies noires sont considérés positif

V.2.3.5. Dénombrement des Salmonelles

Les Salmonelles sont des entérobactéries, bacilles Gram-, anaérobies facultatifs, ne fermentant ni le lactose, ni le saccharose mais fermentant le glucose avec production de gaz.

Ils sont mobiles, produisent de l'hydrogène sulfuré (H₂S) (GLEDEL, 1996).

- **Principe**

La recherche et l'isolement des salmonelles nécessitent un pré-enrichissement sur l'eau peptonée, suivie d'un enrichissement dans un bouillon SBF au sélénite de sodium agent inhibiteur de la croissance des coliformes et entérocoques.

Pour confirmer leur présence, un isolement est pratiqué sur milieu SS (Salmonella-Shigella).

- **Technique**

A partir de la solution d'enrichissement, ensemercer sous forme de stries dans une boîte de pétri contenant le milieu SS.

Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Présence de colonies pâles, translucides ou totalement incolores dans ce cas on déduit la présence des salmonelles.

V.2.3.6. Dénombrement de levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des champignons microscopiques dont la présence dans les produits alimentaires n'est pas souhaitable, car ils détruisent la qualité organoleptique (altération du goût, gonflement et mauvaise texture) (Moreau et Belin, 1996).

Le milieu utilisé pour le dénombrement des levures et moisissures est le milieu sabouraud.

- **Technique**

L'estimation de la contamination de l'air ambiant se fait en utilisant la technique de sédimentation qui consiste à déposer les boîtes de pétri contenant le milieu gélosé « sabouraud » aux endroits que l'on veut contrôler, après 30 à 60 minutes d'exposition, les boîtes sont refermées et incubées pendant 5 jours à 30°C.

Après incubation, les colonies de levures se présentent sous formes arrondies, lisses à contours réguliers et parfois pigmentées (couleur jaune, orange ou blanche) alors que les moisissures se présentent sous forme de colonies plus ou moins grandes comparativement aux colonies de levures.

- **Lecture**

Les levures se présentent sous forme arrondie, lisse à contour régulier et parfois pigmenté, jaune, orange ou blanc. Les moisissures se présentent sous forme de colonies plus au moins grandes et de couleur différentes. La lecture se fait sur des boîtes contenant de 30 à 300 colonies.

Résultat et discussions

VI. Résultats et discussion

VI.1. Analyse physicochimique

VI.1.1. Concentration de la soude caustique et l'acide sulfurique

Les résultats de la vérification de la concentration de la soude et de l'acide utilisés pour le nettoyage NEP sont donnés dans les tableaux (IX) et (X) respectivement.

Tableau IX : résultats de concentration de la soude

concentration Echantillon	% de soude calculée	Norme de l'unité
Echantillon 1	2.36 %± 0,03	1,5-2,5%
Echantillon 2	1.80 %±0,04	
Echantillon 3	1.7 %±0,05	

Les résultats relatifs à la détermination de la concentration de soude montrent que la norme de concentration de la soude caustique recommandée par le fabricant est respectée, ce qui permet une action chimique optimale sans effet corrosif.

Tableau X : résultats de concentration de l'acide

Concentration Echantillon	% de l'acide calculé	Norme de l'unité
Echantillon 1	1.16 %±0,01	1-1,5%
Echantillon 2	1.25 %±0,02	
Echantillon 3	1.30 %±0,15	

Les résultats relatifs à la détermination de la concentration de l'acide montrent que les concentrations recommandées par le fabricant qui sont comprises dans l'intervalle 1 à 1.5 % sont respectées, ce qui permet une action chimique optimale.

Résultat et discussions

VI. 1.2. Vérification de l'absence de résidu de soude

Aucun changement de couleur au rose n'est observé pour les trois échantillons d'eau de rinçage final analysé. Cela montre que l'opération de rinçage est bien effectuée avec une élimination complète de résidu de soude.

VI.1.3. Mesure de TH pour les eaux de processus

Les résultats de la mesure de TH pour les eaux de processus sont présentés dans le Tableau (XI).

Tableau XI : résultat de mesure de la TH pour les trois échantillons d'eaux de processus analysées.

Echantillon	TH °F	Dénomination
1	2±0,4	Très douce
2	6±0,3	Très douce
3	5±0,5	Très douce

Tableaux XII : interprétation des valeurs de TH d'une eau (Jean et Guyleyrat, 2003).

Valeur °F	Interprétation
0 < TH < 10	Eau très douce
10 < TH < 20	Eau douce
20 < TH < 30	Eau moyennement dure
30 < TH < 40	Eau dure
TH > 40	Eau très dure

Les valeurs de TH obtenus sont comprises dans l'intervalle 0-10°F qui correspond à une eau très douce. Ces résultats sont dus à l'utilisation d'adoucisseur par l'entreprise, ce qui exclut la possibilité de neutralisation de l'effet des savons et détergent par le calcium contenue dans les eaux dures.

Cela confère à cette eau de bonne aptitude pour le nettoyage

Résultat et discussions

VI.2. Analyse microbiologique

VI.2.1. Lait résiduel et les eaux de rinçage final

Les résultats de recherche de la flore totale aérobie mésophile du lait résiduel et des eaux de rinçage final sont présentés dans le tableau (XIII).

Tableau XIII : les résultats de recherche de la flore totale aérobie mésophile pour le lait résiduel et l'eau de rinçage final.

Echantillon	Dilution	Nombre de colonies (UFC)		
Lait résiduel	10 ⁻¹	Ind	166	244
	10 ⁻²	Ind	18	53
	10 ⁻³	187	Abs	11
Eau de rinçage	SM	4	Abs	2
	10 ⁻¹	Abs	Abs	Abs
	10 ⁻²	Abs	Abs	Abs

Abs : absence.

Ind : indénombrable.

UFC : unité formant colonie.

SM : solution mère

Les résultats relatifs aux analyses des eaux du dernier rinçage montrent la quasi absence des microorganismes, quelque soit la charge microbiennes généraux dans les tanks (lait résiduel). Cela reflète l'efficacité du système NEP adopté pour les tanks.

VI.2.2. L'eau de processus

Les résultats d'analyses microbiologiques de l'eau de processus sont présentés dans le tableau (XIV).

Résultat et discussions

Tableau XIV : résultats des analyses microbiologique de l'eau de processus.

Germes	Charge	Normes ISO-9001
Coliformes totaux	Absence	< 100/ 100ml
Coliformes fécaux	Absence	Absence / 100ml
Germes aérobies à 30°C	Absence	20 / 100ml

Le contrôle microbiologique de l'eau du processus montre l'absence totale des germes (coliforme totaux et fécaux, germes aérobies) ; ce qui indique que l'eau utilisée est de bonne qualité microbiologique. Les normes ISO-9001 (2000), stipule que l'eau prélevée à des fins d'analyses microbiologiques doit être exempte d'organismes pathogènes et d'organismes indicateurs de contamination fécale, tels des bactéries coliformes fécales, des bactéries *Escherichia coli*, des bactéries entérocoques et des virus. L'eau ne doit pas contenir plus de 100 coliformes totaux par 100ml d'eau prélevée.

VI.2.3. Le matériel

Les résultats d'analyse du matériel sont représentés dans le tableau (XV) et figure (7).

Résultat et discussions

Tableau XV : les résultats des analyses microbiologique effectué sur le matériel

Echantillon	matériels	Coliformes totaux	Coliformes fécaux
1	Bloc moule	+	-
	claires	-	-
	cuve	-	-
	répartiteur	-	-
	Pelle	-	-
	brassoier	-	-
2	Bloc moule	+	-
	claires	+	-
	cuve	+	-
	répartiteur	-	-
	Pelle	-	-
	brassoier	-	-
3	Bloc moule	+	-
	claires	-	-
	cuve	+	-
	répartiteur	+	-
	Pelle	-	-
	brassoier	-	-
4	Bloc moule	-	-
	claires	-	-
	cuve	+	-
	répartiteur	-	-
	Pelle	-	-
	brassoier	-	-
5	Bloc moule	+	-
	claires	+	-
	cuve	+	-
	répartiteur	-	-
	Pelle	-	-
	brassoier	-	-

(+) présence

(-) absence

Résultat et discussions

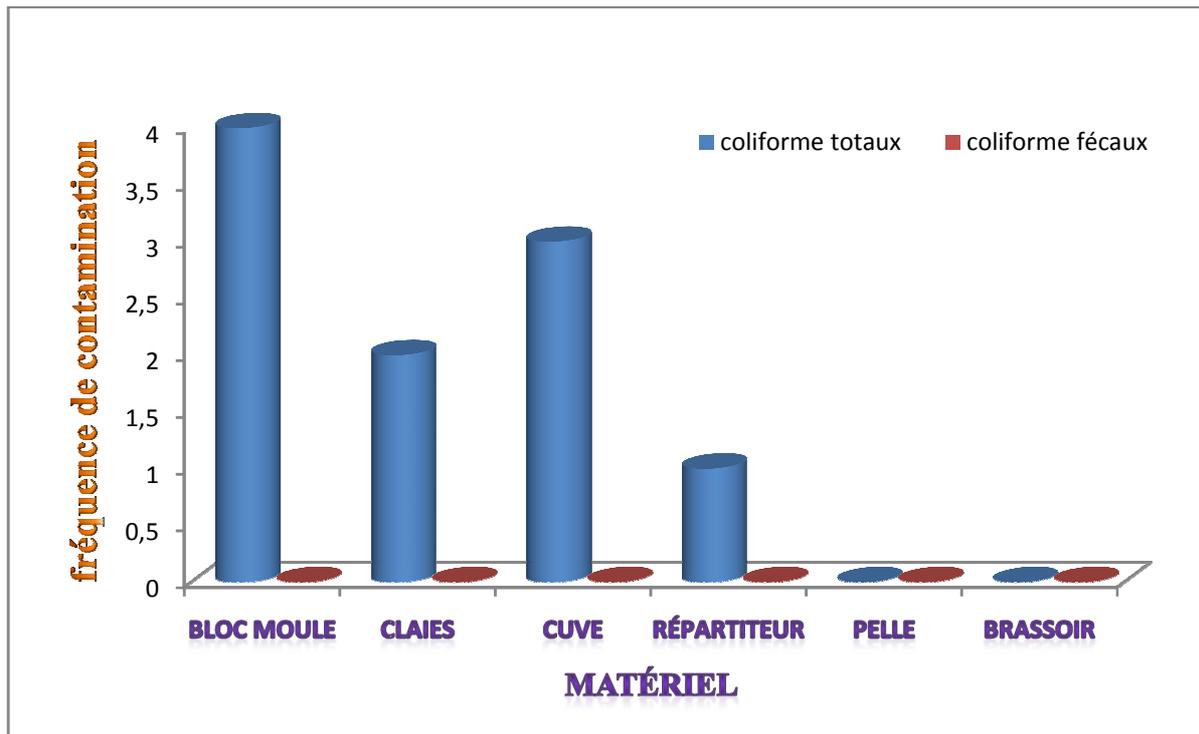


Figure 7 : Fréquence de contamination par les coliformes totaux et fécaux des différents types du matériel nettoyé.

Les résultats d'analyses montrent :

Une contamination par les coliformes totaux répétée des blocs moules et des cuves avec respectivement une fréquence de 4/5 et 3/5 des échantillons analysés suivie par les claies et répartiteur mais absence d'infection pour le petit matériel pelle et brassoir.

D'après LEAU et NICOL (2003), l'objectif du nettoyage et de la désinfection est d'assurer la propreté physique, chimique et bactériologique. Les résultats du matériel nettoyé, montre que cet objectif est plus ou moins atteint. Car il ya absence de coliformes fécaux mais présence des coliformes totaux, ainsi que des résidus de matières organiques qui sont observées à l'œil nu sur les blocs moules, cela est probablement due à l'utilisation exclusive des détergents à base d'acide.

La forte contamination répétée constaté sur les blocs moules est due au faite que ces derniers sont difficiles à lavés. Ils disposent de beaucoup de recoins où les microorganismes se multiplient.

La contamination des cuves s'explique par le fait qu'elles sont juste rincées chaque fin de dose alors qu'elles devaient être nettoyé à la soude caustique.

Résultat et discussions

La contamination des claies et répartiteur est probablement due au non respect du temps de contact avec le produit désinfectant.

Le petit matériels pelle et brassoir ne sont pas contaminés, c'est due a leur facilité de nettoyage.

Les principes de nettoyage et de désinfection d'après LEAU et NICOL (2003), doivent être choisis avec « S.E.N.S » et appliqué avec T.A.C.T en tenant compte :

Détergents	Désinfectants
<p>S : la nature du support à nettoyer. E : la qualité chimique et microbiologique de l'eau. N : la technique du nettoyage utilisé, le type de nettoyage (détergent ou +désinfectant). S : la nature de la souillure à éliminer (minéral ou organique) faiblement ou fortement adhérent au support.</p>	<p>S : la nature du support à nettoyer. E : la qualité chimique et microbiologique de l'eau N : la technique de désinfection utilisée S : le spectre microbien à détruire : spectre restreint (bactéricide, fongicide, sporicide, virucide) ou large spectre.</p>

T : De la température de l'eau.

A : De la mise en œuvre d'une action manuel ou mécanique.

C : De la concentration de la solution chimique.

T : Du temps de contact.

VI.2.4. Personnels

Les résultats des analyses des empreintes du personnel sont donnés dans le tableau (XVI).

Tableau XVI : Les résultats des empreintes du personnel avant et après nettoyage des mains

Etat du nettoyage des mains . personnels	Avant nettoyage des mains		Après nettoyage des mains		
	Moyenne des germes (UFC)	Staphylococcus	Coliformes Totaux	Staphylococcus	Coliformes Totaux
1		IND	IND	2	5
2		IND	IND	4	6
3		13	150	-	-
4		42	254	-	-
5		IND	IND	2	3

IND : indénombrable (-) : absence

Résultat et discussions

Les résultats du dénombrement des Staphylococcus et coliformes totaux sont insatisfaisants révélant la présence de colonie de Staphylococcus et de coliformes totaux même après nettoyage des mains. Due à plusieurs facteurs :

- ✓ La manière brève avec laquelle les mains sont lavées ;
- ✓ Les employés non pas utilisés, de solution désinfectante le jour où le prélèvement a été effectué ;
- ✓ Absence de serviettes en papier jetables pour le séchage des mains après lavage.

Selon Pittet et Widmer (décembre 2001), l'efficacité du lavage des mains au moyen d'un savon est influencée par de nombreux facteurs :

- ✓ Les savons antiseptiques utilisés : qui ont une action qui dépend de la dose administrée ; une quantité de 3 à 5 ml est recommandée.
- ✓ La technique du lavage des mains : elle décrit de manière très précise la façon de frotter les mains l'une contre l'autre avec le savon pour que toutes les surfaces soient en contact avec l'agent détergent ou désinfectant.
- ✓ Le temps de friction des mains : il dépend du savon antiseptique utilisé mais ne peut en aucun cas être inférieur à 10-15 secondes.
- ✓ La qualité du rinçage : elle est importante car d'une part l'effet mécanique de l'eau élimine les micro-organismes et d'autre part les résidus de savon peuvent, à long terme, abîmer la peau des mains.
- ✓ Le séchage des mains : il doit se faire au moyen de serviettes en papier jetables, plus hygiénique que l'utilisation multiple de serviettes en tissus.

Durant notre stage pratique, nous avons constaté que les employés sont bien informés des règles d'hygiène à suivre. Ils sont conscients concernant les risques de contamination engendrée par le non respect des bonnes pratiques d'hygiène. Malheureusement certains employés sont négligeant par rapport aux règles d'hygiène.

D'après Bimbenet et Duquenoy (2002), la principale source de biocontamination du produit est l'homme, car le nombre de cellules microbiennes hébergées par chaque individu est plus élevé que celui des cellules constitutives de l'organisme.

Face à ce danger, une formation aux règles d'hygiène est primordiale :

- ✓ Le port de masque oro-pharyngé ;
- ✓ Le port de gants ;
- ✓ Le port d'une charlotte de protection qui doit envelopper et enserrer tout les cheveux.

Résultat et discussions

VI. 2.5.L'ambiance

Les résultats d'analyse de l'air ambiant sont présentés dans le tableau (XVII)

Tableau XVII : Résultats des analyses microbiologiques de l'air ambiant de l'unité.

Germes Lieu de Prélèvement	Moisissures	Levure	Mucor
Couloir	7	1	présence
Salle de fabrication	2	40	Absence
Salle de ressuyage	1	5	Présence
Salle de salage	2	3	Absence

Les résultats obtenus de l'air ambiant montrent la présence de levures, moisissures et même de mucor surtout dans la salle de fabrication où le nombre de levure atteints 40 colonies. C'est la fréquence du nettoyage et désinfection qui est mise en cause, insuffisante pour garantir la propreté de l'ambiance. Une augmentation de la fréquence du nettoyage est donc nécessaire pour éviter que les micro-organismes qui sont véhiculés par les poussières de l'air ambiant ne se déposent pas sur les surfaces alimentaires quand celles-ci viennent d'être nettoyées et désinfectées.

Résultat et discussions

VI.2.6. Produit fini

Les résultats d'analyse du produit fini (camembert) sont présentés dans le tableau (XVIII)

Tableau XVIII : Résultats d'analyse microbiologique du produit fini

Germes	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Norme de l'unité UFC/ ml
Coliformes totaux	Abs	30	20	10 ²
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	10 ²
Clostridium Sulfito-réducteur	Abs	Abs	Abs	Abs
Salmonelle	Abs	Abs	Abs	Abs

Abs: absence.

Une contamination par des coliformes totaux pour l'échantillon 2 et 3 est observé, ce qui s'explique par une contamination au niveau du matériel ou par une erreur de la manipulation. Par contre, nous remarquons l'absence totale des autres germes (Coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, Clostridium sulfite réducteur).

Selon des études effectuées sur le camembert au niveau du centre national d'étude et de recommandation sur la nutrition et l'alimentation (CNERNA), le camembert doit être dépourvu de tout germes pathogènes (Salmonelle et listeria dans 25g du produit), ainsi que la présence de coliformes à 30°C ne doit pas dépasser 10⁴ germes par gramme de produit et pour *Staphylococcus aureus* inférieure à 10² germes/ g. En conclusion, le fromage fabriqué au niveau de l'unité de D.B.K est de bonne qualité microbiologique et ne cause aucun problème sanitaire aux consommateurs.

CONCLUSION

Les opérations de nettoyage et de désinfection constituent un des moyens essentiels pour obtenir une bonne hygiène dans la filière laitière. Elles doivent être efficacement conduites pour prévenir les risques que les contaminations peuvent engendrer chez le consommateur et pour les denrées alimentaires. Les résultats de notre étude effectuée au niveau de la laiterie DBK ont montré globalement :

- Le nettoyage et la désinfection des mains ont été peu efficaces.
- Une contamination par les coliformes totaux répétée des blocs moules et des cuves.
- Présence de levures, moisissures et même de mucor dans l'air ambiant.
- Une efficacité du système NEP
- Une bonne qualité microbiologique de l'eau de processus et du produit fini.

Pour améliorer la qualité du nettoyage et de désinfection ; nous proposons les recommandations suivantes :

- ✓ Le respect des bonnes pratiques d'hygiène.
- ✓ La sensibilisation le personnel sur l'importance du lavage des mains avant chaque manipulation et surtout la technique la plus appropriée pour le faire.
- ✓ Une tenue de travail adéquate (masques, gants, bottes, charlottes...) et maintenue constamment en bon état de propreté.
- ✓ Face aux contaminations observées sur le matériel, nous suggérons l'utilisation de l'acide nitrique ensuite de la soude caustique pour l'élimination des souillures organiques.
- ✓ Diminuer la vitesse du tapis roulant de la laveuse à moule afin d'augmenter le temps de contact du produit de nettoyage avec le matériel.
- ✓ Le nettoyage du matériel de fabrication (cuve, bloc moule, brasseur...) doit se faire après chaque dose et non pas après chaque fin de fabrication.
- ✓ Augmenter la fréquence de nettoyage et de désinfection de l'ensemble des salles de production.
- ✓ Remplacer le matériel usé car il peut être une source de contamination.
- ✓ La mise en place d'une démarche fondée sur les principes du HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

AGRANIER M., DESBOIS G., MAILLET-LERAT J. et POLLET P. (2003) : le fromage de Beaufort.

ANONYME 1. (1995) : Historique du camembert.

Anonyme 2. (1993) : directive 93/43 /CEE du conseil du relative à l'hygiène des denrées alimentaires.

Anonyme 3. (1991) : Décret exécutif n° 91-53 du 23 février 1991 relatif aux conditions d'hygiène lors du processus de la mise à la consommation des denrées alimentaires, p 285.

Anonyme 4. (1999) : Glossaire du Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, France.

B

BELLOIN J.C. (1993) : L'hygiène dans l'industrie alimentaire, les produits et l'application de l'hygiène. Etude FAO production et santé animale 117.

BERTARAND F. (1988) : le fromage grand œuvre de microbes. Revue générale du froid ; 1^{ère} partie. Pp : 72, 76, 78.

BIMBENET J.J et DUQUENOY A. (2002) : Hygiène des procédés ; in <<industrie alimentaire. Génie des procédés alimentaires. Des bases aux applications>>.

BOURGEOIS C.M et LEVEAU J.Y. (1991) : Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires . Ed Technique et Documentation, Lavoisier, 2^{ème} ed. Vol 3.

BOURGEOIS C.M, MESCLE J.F et ZUCCA J. (1996) : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed. Technique et documentation, Lavoisier. Vol 1.

BOURILLON F. (1998) : Encrassement des surfaces : souillures minérales, organique et microbiologique. In : nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires.

C

CAROLE L., SIMPSON R. et POULIOT M. (2002) : Science et Technologie du lait. Transformation du lait. Ed Polytechnique de MONTREAL. Presse international. QUEBEC. Pp : 544 – 548.

Références bibliographiques

CHEFTEL J.C et LORIENT D. (1985) : Protéines alimentaires, propriétés fonctionnelles. Ed Technique et Documentation, Lavoisier.

CHOISY C., DESMAZEAUD M., GUEGUEN M., LENOIR J., SCHMIDT J.L et TOURNEUR C. (1997) : les phénomènes microbiens ; in <<le fromage de la science à l'assurance qualité>>. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, 3^{ème} ed. Pp : 377 – 440.

COMMEAU M. (1997) : Les opérations à caractère générale ; in << le fromage de la science à l'assurance qualité>>. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris 3^{ème} ed. Pp : 644-686.



DE BUYSER M.L. (1996) : Les toxi-infections et les intoxications ; in <<Microbiologie alimentaire >>. Ed Technique et Documentation, Lavoisier. Vol. 1, Pp : 106 – 116.

DUCHESNE D. (1998) : Les stations de nettoyage en place. *In* : nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires. Ed : ASEPT, France., p238.

DUCOULOMBIER A. et BOUSSER C.H. (1986) : Nettoyage et désinfection ; in <<laits et produits laitiers Vache-Brebis-Chèvre >>. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Vol 3, Pp : 35 – 51.

DEMEZIERE F. (1998) : Méthodes, matériels et techniques. *In* : nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires, France : ASEPT, , p238.



ECK A. (1987) : le fromage. Ed Technique et documentation, Lavoisier, Paris. 1^{ère} ed.

ECK A. (1990) : le fromage. Ed Technique et documentation, Lavoisier, Paris. 2^{ème} ed.

ECK A. et GILLIS J.C. (1997) : Qu'est ce que le fromage ? ; In <<le fromage de la science à l'assurance qualité >>. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 3^{ème} ed. Pp : 711 – 712.



GLEDEL J. (1996) : Les toxi-infections et les intoxications ; in « Microbiologie alimentaire » Ed Technique et documentation, Lavoisier, Vol 1. Pp : 62-77.

GUYADER P., AMGA A. et COINGNARD M. (1996) : La désinfection ; in << Microbiologie alimentaire >>. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Vol 1.

Références bibliographiques

H

HAEGELI F., BOULANGE L., MANTEL M. (1998), Les matériaux constitutifs des surfaces : les aciers inoxydables : nuance et états du surface *In* : nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires, Ed : ASEPT, Paris. p230.

J

JAUDON P. (2000) : Collection guide pratiques. Hygiène et propreté des surfaces en milieu agro-alimentaire. Produit Humide. Ed PYC LIVRES. Pp : 25 – 71.

JEAN FIGARELLA et GUYLEYRAL. (2003) : Analyse des eaux : Aspects réglementaires et technique. Pp :54-55.

L

LEAU V et NICOL D. (2003) : Hygiène des aliments : Elément de maîtrise, méthode HACCP. Ed AFNOR.CACQE. Pp : 133 – 138.

LEDEER J. (1985) : L'encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire. Technologie et hygiène alimentaire. Ed : MALDINE, Ecole de médecine Paris. Edition : NAUWELAERTS. Bruxelles. P153.

LENOIR J. LAMBERT J. et SCMIDI J.L. (1983) : Elaboration d'un fromage : le camembert. Revue pour la science.

LEYRAL.J et VIERLING. E. (2001) : Microbiologie et toxicologie des aliments, hygiène et sécurité alimentaire et DOIN. 3 ed. Pp. 87.

LUQUET F.M. (1986) : Lait et produits laitiers : qualité – énergie et table de composition. Volume 3. Paris : tec&doc. Lavoisier. P. 445.

LUQUET F.M. (1990) : Lait et produits laitiers : Vache, Brebis, Chèvre. Ed Technique et documentation, Lavoisier, Paris. Tome2.

LUQUET F.M. et BOUDER J.M. (1981) : Dictionnaire laitier. Ed Technique et documentation, Lavoisier, Paris. 2^{ème} ed.

Références bibliographiques

M

MAHAUT M., JEANTEL R. et BRULE G. (2000) : Initiation à la technologie fromagère. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

MAJDI A. (2009) : Séminaire sur les fromages AOP et IGP. INT-Ingénieur agronomie, 88p.

Marchand S., Jan De Block, Valerie De Jonghe, an Coorevits, Marc Heyndrickx, et Lieve Herma. (2012): Biofilm Formation in Milk Production and Processing Environments ; Influence on Milk Quality and Safety. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety: 134-143.

MOREAU C. et BELIN J.M. (1996) : Les toxi-infections et les intoxications ; in <<Microbiologie alimentaire>>. Ed Technique et Documentation, Lavoisier. Vol 1. Pp : 222 – 246.

N

NARDELLO-RATAJ V., HO TAN TAÏ L. (2002) : Les lessives en poudres, un siècle d'innovations pour éliminer les taches. L'actualité chimique, France.

P

Parkar S.G., Flint, S.H., Brooks J.D. (2004): Evaluation of the effect of cleaning regimes on biofilms of thermophilic bacilli on stainless steel. Journal of Applied Microbiology : 96, 110-116.

Pittet D., Widmer A. (2001) : « Hygiène des mains : nouvelles recommandations ».

Q

QUITTET C., NELIS H. (1999) : HACCP pour PME et artisans. Secteurs produits laitiers. Monographie. Ed : faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. Belgique.. p 495.

S

SCRIBAN R. (1999) : Biotechnologie. 5eme édition technique et documentation Lavoisier. Paris.

Références bibliographiques



T

TERMOLIERE J. (1984) : Manuel d'alimentation humaine. Ed ESF. Vol 2.

TINGUELY P. et PERNODET G. (1990) : Généralité – préparation du lait ; in << lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre >>, Vol 2. Ed Technique et documentation, Lavoisier.



V

VIGNOLA C. L. (2002) : Sciences et technologie du lait. Éd spécifique : Canada : Ecole polytechnique Mont real. p600.



W

WEBER F. (1987) : L'égouttage du coagulum ; in <<le fromage>>. Ed Technique et documentation, Lavoisier, Paris. Pp : 22 – 35.

Glossaire

Acier inoxydable : Alliage (Fer-carbone-nikel-molybdène) dont la propriété essentielle est une bonne résistance à l'oxydation et à la corrosion.

Bactéricide : produit ayant la propriété de tuer les bactéries dans des conditions définies.

Biofilm: c'est un ensemble de microorganismes emprisonnés dans une matrice de polymères organiques, adhérant à une surface.

Corrosion : Usure par action chimique statique.

Désinfectant : produit ou procédé utilisé pour la désinfection ou la décontamination dans des conditions définies.

Détartrant : substance agissant sur le tartre fixé sur un support pour l'éliminer par action chimique.

Détergence : Processus selon lequel les salissures sont détachées de leurs substrats et mises en solution ou en dispersion.

Détergent : Produit dont la composition est spécialement étudiée pour le nettoyage selon un processus mettant en œuvre les phénomènes de détergence.

F° (degré français) : correspond à une concentration en carbonate de calcium et magnésium de 10mg/L d'eau. (1°TH = 10 mg/L)

L'adoucissement de l'eau : c' est un procédé de traitement destiné à réduire la dureté de l'eau (due à la présence des sels alcalino-terreux : carbonates, sulfates et chlorures de calcium et de magnésium). L'eau adoucie n'est pas incrustante et mousse facilement avec le savon.

codex :le codex Alimentarius (ou codex alimentaire) est un programme consistant en un recueil de normes, codes d'usages, directives et autres recommandations relatifs à la production et à la transformation agroalimentaires qui ont pour objet la sécurité sanitaire des aliments, soit la protection des consommateurs et des travailleurs des filières alimentaires, et la préservation de l'environnement.

Tensioactif : agent de surface ou surfactant c'est un composé qui modifie la tension superficielle entre deux surfaces.

Virucide : une solution ou un traitement censé "tuer" les virus.

ANNEXES

Annexe

Détermine les concentrations de la soude et de l'acide selon le volume de chute brute.

CONCENTRATION EN SOUDE		CONCENTRATION EN ACIDE	
VOLUME DE H ₂ SO ₄ (0.1 N) VERSE	SOUDE EN %	VOLUME DE NAOH (0.1 N) VERSE	ACIDE EN %
0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	0.10	1.40	0.09
5.00	0.20	2.70	0.17
7.50	0.30	4.10	0.26
10.00	0.40	5.40	0.34
12.50	0.50	6.80	0.43
15.00	0.60	8.10	0.51
17.50	0.70	9.50	0.60
20.00	0.80	10.90	0.69
22.50	0.90	12.20	0.77
25.00	1.00	13.60	0.86
27.50	1.10	14.90	0.94
30.00	1.20	16.30	1.03
32.50	1.30	17.60	1.11
35.00	1.40	19.00	1.20
37.50	1.50	20.40	1.28
40.00	1.60	21.70	1.37
42.50	1.70	23.10	1.46
45.00	1.80	24.40	1.54
47.50	1.90	25.80	1.65
50.00	2.00	27.20	1.71

Résumé :

Cette étude a été menée dans le but de contrôler le système de nettoyage et de désinfection adopté par la laiterie D.B.K au niveau de l'unité de production du camembert.

A cet effet, des analyses physicochimiques et microbiologiques sont réalisés sur les eaux de rinçage final, de processus et le lait résiduel à savoir : la vérification des concentrations de la soude caustique et acide sulfurique et mesure de TH. Les analyses microbiologiques consistent en la recherche de FMTA et des coliformes totaux et fécaux. L'hygiène de l'ambiance, du personnel et le produit fini ont été contrôlé. Ces analyses ont montré une efficacité du nettoyage NEP avec une quasi absence de microorganisme dans l'eau de rinçage final et le respect des concentrations de soude et acide recommandées. Les analyses faite sur le matériel ont montré une contamination par les coliforme totaux surtout en niveau des blocs moule. Pour l'hygiène du personnel et de l'ambiance les analyses ont montrées que des progrès sont à faire à se niveau, puisque nous avons constaté la présence de coliforme totaux même après nettoyage des mains. Pour l'ambiance un fort développement de mucor et de levures. Les analyses faites sur le produit fini adjugent de sa bonne qualité microbiologique.

Mots clé : Hygiène. NEP. Nettoyage. Désinfection.

This study was conducted to monitor the cleaning and disinfection system adopted by the D. B. K dairy at the level of the production of camembert unit.

To this effect, the physicochemical and microbiological analyzes are performed on the final rinse water, process water and residual milk namely: verification of concentrations of caustic soda and sulfuric acid and measurement of TH. Microbiological analyzes consist research of FMTA and total and fecal coliforms. Hygiene of the atmosphere, staff and the finished product has been controlled. These analyzes have shown the efficacy CIP cleaning with a virtual absence of the microorganism in the final rinse water and the respect of the concentrations of sodium hydroxide recommended. Analyzes made on the equipment have shown a contamination by coliform totals especially in mold blocks level. For the hygiene of the staff of the atmosphere analyzes have shown that progress is to be done to level, as we noted the presence of total coliform even after hand washing. For the atmosphere a strong development of Mucor species and yeasts. The analyzes made on the finished product adjuje its good microbiological quality.

Words key: Hygiene. NEP .Cleaning. Disinfection.