

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences alimentaires
Spécialité : Production et Transformation Laitière



Réf :.....

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

MASTER

Thème

**Analyses physico-chimiques et
microbiologiques d'un produit laitier.**

Présenté par :

SEBBANE Abdeslem & BOULAHOUAT Bouzid

Soutenu le : **23 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M. CHIKHOUNE Amirouche	MCA	Président
M. MOUSSI Kamal	MCB	Encadreur
Mme. SOUFI Ouahiba	MCB	Examineur

Année universitaire : 2017 / 2018

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

***Mes chers parents qui m'ont soutenu Durant toutes mes années
d'études, je leurs serai éternellement reconnaissant.***

Ma future épouse Siham.

Les membres de ma famille.

Ma cousine Mbarka et son époux Salim.

Tout ceux qui ont contribué à la réalisation de se travail.

Abdeslem

Dédicaces

Je remercie d'abord le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné le courage et la patience d'achever ce modeste travail.

Je dédie cet événement marquant de ma vie :

A La mémoire de mon père disparu trop tôt. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde!

A Ma mère et Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as consenti pour mon instruction et mon bien être. Je te remercie pour tout le soutien et l'amour que tu me portes depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de tes vœux tant formulés, le fruit de tes innombrables sacrifices, bien que je ne t'en acquitterai jamais assez. Puisse Dieu, le Très Haut, t'accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne te déçoive.

A la mémoire de mes chers oncles Esghir, Elhocine, Elarabi et Ebdelmalek, que dieu les accueille dans son vaste paradis.

A mon cher frère Abdelghani.

A mes deux chères sœurs Horia et Meriem.

A mon cousin Fateh.

A toute la famille BOULAHOUAT et BAHLOUL.

Bouزيد

Remerciements

Nous tenons à remercier :

Notre promoteur Mr MOUSSI, qu'il trouve ici l'expression de notre très vive reconnaissance pour sa disponibilité, ses conseils ainsi que ses qualités relationnelles et humaines.

Notre profonde gratitude, et nos vifs remerciements vont également :

A Mr CHIKHOUNE de nous avoir fait l'honneur de présider l'honorable jury.

A Mme SOUFI d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons également à remercier toute l'équipe du laboratoire DANONE DJURDJURA qui nous ont aidés durant notre stage.

Liste d'abréviations

DDA : Danone Djurdjura Algérie

DLC : Date Limite de Consommation

EST : Extrait Sec Total

FAO : Food and Agriculture Organization. L'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

MG : Matière Grasse

MIF : Module d'Injection Ferment

MPF : Maturateur Pâte Fraîche

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

OGA : Oxytetracyclin Glucose Agar

SPS : Silo Petit-Suisse

TC : Tank Crème

THC : Tank d'Hydratation Crème

TLC : Tank Lait Cru

TLE : Tank Lait Ecrémé

TP : Taux de protéines

ISO : International Standard Organisation

CMP : caséine marcopeptide paracaséine k.

Liste des figures

Figure 1: Diagramme des points de prélèvement d'échantillons pour analyses.	17
Figure 2: Variation du pH à 25°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).	35
Figure 3: Variation de la viscosité à 25°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).....	36
Figure 4: Variation du brix à 25°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).	36
Figure 5: Variation du taux de EST à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 0-38 jours).....	37
Figure 6: Variation du pH à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 1-38 jours).....	38
Figure 7: Variation de la viscosité à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 1-38 jours).....	38
Figure 8: Variation du brix à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 38-1 jours).	39
Figure 9: Variation du taux de protéines à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 0-38 jours).	40
Figure 10: Variation du taux de matière grasse à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 0-38 jours).....	40
Figure 11: Variation du pH à 4°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).	41
Figure 12: Variation de la viscosité à 4°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).....	42
Figure 13: Variation du brix à 4°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).	42
Figure 14: Comparaison de la variation à 4, 10 et 25°C, A) : du pH, B) : de la viscosité et C) : du brix.	43

Liste des tableaux

Tableau I : Composition moyenne des principaux constituants du lait de vache.	2
Tableau II : Composition du lait en poudre	4
Tableau III : La classification des fromages	7
Tableau IV : Composition moyenne par 100 g de fromage frais	7
Tableau V : Analyses effectuées pour chaque point de prélèvement.....	16
Tableau VI : Résultats d'analyses d'échantillons de lait issus des cuves-camions.	28
Tableau VII : Plan de contrôle du lait cru de la laiterie Danone/Djurdjura Algérie.....	29
Tableau VIII : Résultats d'analyses d'échantillons de lait issus du tank lait cru.	30
Tableau IX : Résultats d'analyses d'échantillons des produits semi-finis.....	31
Tableau X : Résultats d'analyses microbiologiques du produit fini.	34

SOMMAIRE

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

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur le lait et la fromage

I. Le lait	2
I.1. Définition du lait	2
I.2. Composition chimique et valeur énergétique du lait de vache	2
I.3. Flore caractéristique du lait.....	3
II. Principaux ingrédients du fromage ‘petit suisse’	4
II.1. Lait en poudre	4
II.2. Matière grasse laitière anhydre	4
II.3. Crème fraîche	4
II.4. Purée de fruits.....	5
III. Généralités sur le fromage.....	6
III.1. Définition	6
III.2. Fromage à pâte fraîche	6
III.3. Processus de fabrication du fromage frais.....	8
III.3.1. Écrémage	8
III.3.2. Pasteurisation	9
III.3.3. Coagulation	9
III.3.4. Egouttage du coagulum.....	11

PARTIE PRATIQUE

Chapitre II : Matériel et méthodes

I. Présentation de l’organisme d’accueil	15
II. Analyses physico-chimiques et microbiologiques	15
II.1. Lait cru.....	18
II.1.1. Mesure de température	18
II.1.2. Test d’antibiotique	18
II.1.3. Mesure du pH	19
II.1.4. Détermination de l’acidité Dornic	20

II.1.5. Le test d'alcool	20
II.1.6. Détermination du point de congélation	21
II.1.7. Détermination de la teneur en matière grasse.....	22
II.1.8. Détermination de taux de protéine, de matière grasse et EST.....	22
II.1.9. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile	22
II.2. Produits semi-finis	23
II.3. Fromage Danino à banane (produit fini)	23
II.3.1. Détermination de l'extrait sec total.....	23
II.3.2. Mesure de la viscosité.....	24
II.3.3. Mesure du brix.....	24
II.3.4. Mesure du pH	24
II.3.5. Détermination du taux de protéines.....	25
II.3.6. Détermination de la teneur en matière grasse.....	25
II.3.7. Analyses microbiologiques.....	25
II.3.7.1. Le dénombrement des levures et moisissures.....	25
II.3.7.2. Dénombrement des entérobactéries.....	26
II.3.7.3. Dénombrement des coliformes	26

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Analyses physico-chimiques et microbiologiques.....	28
I.1. Lait cru	28
II. produits semi-finis	30
III. Produit fini.....	34
III.1. Analyses microbiologiques	34
III.2. Suivi de produit fini.....	34
III.2.1. A la température de 25°C	34
III.2.1.1. Mesure du pH	34
III.2.1.2 Mesure de la viscosité	35
III.2.1.3. Mesure du brix	36
III.2.2. A la température de 10°C	36
III.2.2.1. Détermination de l'extrait sec total	36
III.2.2.2. Mesure du pH.....	37
III.2.2.3. Mesure de la viscosité	38
III.2.2.4. Mesure du brix	38

III.2.2.5. Determination du taux de protéines	39
III.2.2.6. Determination du taux de matière grasse	40
III.2.3. A la température de 4°C	40
III.2.3.1. Mesure du pH	40
III.2.3.2. Mesure de la viscosité	41
III.2.3.3. Mesure du brix	41
III.2.4. Comparaison du suivi du pH, viscosité et le brix à 4, 10 et 25°C.....	42
Conclusion.....	44

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

INTRODUCTION

La consommation de lait remonte aux premiers temps du Néolithique, lorsque l'homme commence à domestiquer des animaux. Très tôt, en plus d'être consommé frais, le lait est transformé en lait fermenté, en beurre et en fromage, qui se conservent mieux (Duteurtre., 1998). Les progrès technologiques actuellement donnent naissance à la fabrication de la crème glacée, des laits concentrés et séchés et, ensuite, à des produits laitiers ultra-traités, de nouveaux desserts laitiers et de nouveaux produits fonctionnels (Varnam et Sutherland., 1994).

D'après les estimations de l'OCDE et de la FAO, la consommation mondiale de produits laitiers devrait progresser de 22% entre 2010 et 2021(Chatellier et al., 2013). L'Algérie, du fait des traditions alimentaires, est considérée parmi les grands pays consommateurs du lait et dérivés (de 110 à 115 Litre/An/Habitant) (Meribai et al., 2016). En outre, les populations à faibles revenus recourent généralement à la consommation de lait pour combler au déficit en protéines d'origine animale (ex : viande) et en termes énergétiques, une calorie obtenue à partir de la viande est vingt fois plus coûteuse qu'à partir du lait (Amellal., 1995).

Une des particularités du secteur laitier, est le grand nombre de produits dérivés à partir de la même matière première, parmi ces produits, les fromages (Duteurtre., 1998) qui comptent plus de mille variétés recensées à travers le monde, regroupés en 8 grandes familles : pâte molle, pâte persillée, pâte pressée, pâte dure, pâte filée, les fromages de lactosérum, les fromages salés et pâte fraîche (Cholet., 2006).

La présente étude est inscrite dans le cadre d'analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru, des produits semi-finis (lait écrémé, lait pasteurisé, crème fraîche, caillé maigre, crème sucrée et caillé gras) et du produit fini (fromage frais Danino à banane) au niveau de la laiterie Danone Djurdjura Algérie. En effet, les questions à aborder sont : Comment obtenir un fromage frais Danino à banane à partir du lait cru, quelles sont les analyses effectuées aux différents stades de production et du stockage et comment les paramètres physicochimiques du fromage frais varient selon différentes températures.

Partie

bibliographique

Chapitre I :

Généralités sur le

lait et le fromage

I. Le lait

I.1. Définition du lait

Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenu à partir d'une ou de plusieurs traites, Sans rien y ajouter ou en soustraire. Destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (CODEX., 2011^a). Le lait de vache est défini aussi comme un liquide opaque de couleur blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de sa matière grasse, sa saveur est douce et son odeur est faible, mais identifiable. Le PH est voisin de la neutralité (FAO., 1995).

I.2. Composition chimique et valeur énergétique du lait de vache

Le lait est un fluide biologique très variable. En plus des différences interspécifiques, le lait d'une espèce particulière varie selon l'individualité de l'animal, la race, la santé (mammites et autres maladies), l'état nutritionnel, le stade de lactation, l'âge, l'intervalle entre les traites, etc. (Fox et al., 2015). En outre, le potentiel énergétique d'un litre de lait est respectivement de 2720 kJ, 2090 kJ et 1460 kJ suivant qu'il est entier, demi écrémé ou écrémé (Jeantet et al., 2008^a). Le lait de vache, en plus de l'eau, est constitué de trois principaux éléments : la matière grasse, le lactose et les protéines. En outre, le lait contient des vitamines et des minéraux (Thomas, 2004). La composition du lait est récapitulée dans le tableau I.

Tableau I : Composition moyenne des principaux constituants du lait de vache.

Constituants	Moyennes	Références
Matière azoté	34 g/L	(FAO., 1995)
Lactose	48 g/l	
Matières salines	9 g/l	
Extrait sec dégraissé	91 g/l	
Matières grasses	37 g/l	
Extrait sec total	128 g/l	
Eau libre et liée	902 g/l	
Lait entier	1032 g/l	
Vitamines		(Anonyme 1)
A	0,2-2 mg/l	
B ₁	0,4 mg/l	
B ₂	1,7 mg/l	
C	5-20 mg/l	
D	0,002 mg/l	

I.3. Flore caractéristique du lait

Il existe quatre groupes de microorganismes qui ont une importance dans le domaine laitier : les bactéries, les virus, les levures et moisissures (Nko-Sadi-Biatcho., 2006).

a) Les bactéries : elles agissent par l'intermédiaire des enzymes qu'elles sécrètent. Certaines sont utiles et nécessaire (bactérie lactique) alors que d'autre sont nuisible et dangereuse (*Staphylococcus aureus*) (Pradal., 2012). On distingue :

1- La flore utile composée d'une flore acidifiante ou flore lactique qui assure la transformation du lactose du lait en acide lactique et aussi l'affinage (Pradal., 2012). Ces bactéries sont des Gram positif, immobiles, asporulées, hétérotrophes possédant des caractéristiques physiologiques et métaboliques communes, mais avec parfois peu d'homologie génétique, elles sont caractérisées par un métabolisme de fermentation lactique. Elles ont des exigences nutritionnelles complexes, ces bactéries sont utilisées dans de nombreux procédés, aussi bien dans la transformation du lait, la fermentation des végétaux, l'œnologie et la production des produits carnés. Quelques espèces peuvent devenir nuisibles, en provoquant l'altération des produits alimentaires. En outre, leur caractère pathogène est extrêmement réduit, seules certaines espèces du genre *Streptococcus* et *Enterococcus* qui peuvent être impliquées dans des infections (Rabha., 2012).

2- La flore d'altération composée d'une flore psychotrophe, thermorésistante, butyrique et coliforme (Pradal., 2012).

3- La flore pathogène composée de *Staphylococcus aureus*, *Listéria monocytogenes*, *Escherichia coli* et *salmonella spp* (Pradal., 2012).

a) Les moisissures : sont des microorganismes ayant absolument un besoin en oxygène, en se développant principalement à la surface des produits laitiers. On distingue trois types, celle qui est utile pour la fabrication des fromages tel que le camembert, d'altération et d'autres dites pathogènes (Lamontagne et al., 2002).

b) Les levures : souvent présentes dans le lait et peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Certaines sont utilisées dans la production de laits fermentés (comme le kéfir et le koumis), des levures alimentaires et de l'éthanol. De nombreuses levures participent à l'affinage des fromages par acidification, protéolyse et lipolyse. Elles peuvent aussi être néfastes. Des *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, et supportant des pressions osmotiques élevées sont capables de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré (FAO et INPhO., 1998^a).

II. Principaux ingrédients du fromage ‘petit suisse’

II.1. Lait en poudre

Le lait en poudre est un produit laitier obtenu par élimination de l'eau contenue dans le lait. La teneur en matière grasse et/ou en protéines du lait peut être ajustée, pour satisfaire aux critères de la composition, par l'addition et/ou la soustraction de constituants, d'une manière à ne pas modifier le rapport protéines de lactosérum/caséine du lait. Les critères de composition du lait en poudre sont résumés dans le tableau II.

Tableau II : Composition du lait en poudre (CODEX., 2011^b).

	Teneur en matière grasse laitière	Teneur maximale en eau	Teneur minimale en protéines du lait dans l'extrait sec dégraissé
Lait entier en poudre	26 à 42%	5 %	34 %
Lait partiellement écrémé en poudre	1,5 % à 26 %	5 %	34 %
Lait écrémé en poudre	1,5 %	5 %	34 %

La teneur en eau ne comprend pas l'eau de cristallisation du lactose; la teneur en extrait sec dégraissé du lait comprend l'eau de cristallisation du lactose (CODEX., 2011^b). Une mole de lactose contient une mole d'eau, ce qui correspond à une teneur en eau de 5 %. Cette eau ne peut pas être séparée par des procédés de séchage sans que le lactose ne soit détruit (Isengard., 2002).

II.2. Matière grasse laitière anhydre

La matière grasse laitière anhydre, la matière grasse laitière, l'huile de beurre anhydre et l'huile de beurre sont des produits gras provenant exclusivement du lait et/ou de produits obtenus à partir du lait au moyen de procédés entraînant l'élimination quasi totale de l'eau et de l'extrait sec non gras (CODEX., 2011^c). Pour être conformes à la norme internationale (norme n° A-2, 1973) du Codex Alimentarius, la matière grasse laitière anhydre doit présenter une teneur minimale en matière grasse de 99,8 % (FAO et INPhO., 1998^b).

II.3. Crème fraîche

Selon la norme codex STAN 288-1976 révisée en 2008 amendée en 2010, la crème fraîche est le produit laitier fluide plus ou moins riche en matière grasse qui se présente sous la forme d'une émulsion du type grasse dans le lait écrémé et qui a été obtenue par séparation physique du lait (Simbeli et al., 2013).

La valeur nutritionnelle de la crème dépend de la teneur lipidique: plus la crème contient de graisses, moins elle contient de lactose, de minéraux et de protéines et plus elle contient de la vitamine A et des carotènes. La crème épaisse contient des aldéhydes et des cétones à l'origine de son goût particulier, ainsi que de l'acide lactique (8 g/litre environ) (FAO et INPhO., 1998^c).

II.4. Purée de fruits

La purée de fruits est définie comme étant un « produit fermentescible, mais non fermenté, obtenu par tamisage de la partie comestible de fruits entiers ou épluchés, sans élimination de jus ». Les purées subissent très souvent une concentration, en éliminant une partie de l'eau. Du sucre peut également être ajouté en faible quantité, afin de renforcer les qualités organoleptiques, mais aussi pour diminuer l'activité de l'eau (Etievant et Delolme., 2011).

III. Généralités sur le fromage

III.1. Définition

Selon la norme générale recommandée du code de principes concernant le lait et les produits laitiers (FAO – OMS), " le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi – solide, obtenu :

a) par coagulation de lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème, crème de lactosérum ou babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, ou

b) par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des matières provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant les mêmes caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques essentielles que le produit défini au paragraphe a) " (ECK., 1987).

Le fromage est le nom générique d'un groupe de produits alimentaires à base de lait fermenté, produit dans un large éventail de saveurs et de formes. Le principal critère commun pour la classification est la texture (tableau III) qui est principalement liée à la teneur en humidité du fromage (Fox et McSweeney., 2004).

III.2. Fromage à pâte fraîche

Le fromage «frais ou non affiné» est le produit qui est prêt à la consommation peu de temps après la fabrication (FAO., 1995).

Le fromage frais est un fromage à pâte molle non affiné qui, selon la norme FAO/OMS, possède un goût crémeux ou acide peu prononcé et l'arôme caractéristique d'un produit laitier issu d'une culture bactérienne productrice d'acide lactique et d'arômes. Le fromage frais est facile à tartiner et à mélanger à d'autres aliments. (Anonyme 2)

La teneur calorifique du fromage frais provient essentiellement des lipides et est estimé à 100 kcal/100g, car la teneur en lactose est faible. La composition du fromage frais est résumée dans le tableau IV (Dillon., 1987).

Tableau III : La classification des fromages (Anonyme 2).

	Terme I		Terme II	Terme III
Si le H.R.E.D.*	La 1ère phrase de la désignation doit être	Si la M.G./E.S.** est, en %	La deuxième phrase d'après la désignation doit être	Désignation d'après les principales caractéristiques de maturation
<41	Pâte extra dure	> 60	Très gras	
49 – 56	Pâte dure	45 – 60	Gras	1. Mûri ou affiné a. surtout l'extérieur b. surtout l'intérieur
54 – 63	Pâte demi-dure	25 – 45	Demi-gras	2. Mûri ou affiné aux moisissures a. surtout l'extérieur b. surtout l'intérieur
61 – 69	Pâte demi molle	10 – 25	1/4 de gras	3. Non mûri ou non affiné***
> 67	Pâte molle	< 10	Maigre	

*H.R.E.D. : humidité rapportée à l'extrait sec dégraissé.

**M.G./E.S. : matière grasse sur extrait sec.

*** : Le lait destiné à ce type de fromages doit être pasteurisé.

Tableau IV : Composition moyenne par 100 g de fromage frais (Dillon., 1987).

Composants	Fromage fais (petit suisse)
Eau (g)	79
Energie (Kcal)	118
Glucide (g)	4
Lipide (g)	7.5
Protéine (g)	8.5
Calcium (mg)	100
Phosphore (mg)	140
Magnésium (mg)	10
Potassium (mg)	130
Sodium (mg)	40
Zinc (mg)	0.5
Vitamine A (U.I)	170
Thiamine (mg)	0.03
Riboflavine (mg)	0.15
Niacine (mg)	0.15
Vitamine pp (mg)	0.2
Ac. Ascorbique (mg)	0

Il convient de distinguer les fromages frais selon les deux technologies différentes pour leur fabrication : les fromages frais « de campagne » (fromages moulés, faisselles), issus d'un égouttage lent, et les fromages lissés (fromage blanc, suisse, demi-sel), issus d'un égouttage rapide par centrifugation ou par ultrafiltration. Ces derniers subissent des cisaillements mécaniques qui homogénéisent la pâte, pour rendre la texture plus lisse. Ce caractère peut être accentué par homogénéisation dans des homogénéisateurs ou des lisseuses (Goudédranche et al., 2001).

III.3. Processus de fabrication du fromage frais

La fabrication fromagère peut être considérée comme un phénomène d'agglomération, associée à un phénomène d'écoulement. Il s'agit de l'agrégation des protéiques du lait, de la caséine principalement, qui emprisonnent les autres constituants (Aissaoui-Zitoun., 2014). Les fromages frais sont des produits non affinés, leur fabrication comprend trois étapes essentielles : pasteurisation du lait, le caillage, et l'égouttage, les différentes étapes sont résumées dans l'annexe 1 (Syndaifrais., 2018).

III.3.1. Écrémage

La centrifugation est le processus d'utilisation de la force centrifuge pour séparer les parties plus légères d'une solution, d'un mélange ou d'une suspension des parties les plus lourdes. Une centrifugeuse est un dispositif par lequel la centrifugation est effectuée (Stanley, et al., 2012). Dans le cas de l'écémage c'est des globules de gras qui sont séparés. La centrifugation est utilisée dès les débuts de l'industrie laitière pour écrémer le lait, d'où le nom d'écémeuse. Au cours de l'écémage, la crème qui a une densité plus basse que le lait écémé se dirige vers l'intérieur des canaux, en direction de l'axe de rotation, pour ensuite sortir. Le lait écémé, quand à lui, se déplace vers l'extérieur des canaux, vers l'espace situé à l'extrémité des assiettes, pour longer la paroi de la centrifugeuse et de là se diriger vers un canal situé entre le haut des assiettes et le couvercle conique de la centrifugeuse, en direction de la sortie du lait écémé (Bazinet et al., 2002).

En pratique industrielle, afin d'obtenir la teneur en matière grasse la plus élevée possible pour la crème, on réduit le débit de la crème à la sortie. Quand on procède ainsi, la zone de séparation est alors située à une distance plus grande de l'axe de rotation, ce qui permet une séparation plus importante des globules gras (Bazinet et al., 2002).

III.3.2. Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique appliqué à un produit en vue d'éviter les risques pour la santé publique liés aux microorganismes pathogènes. Ce traitement, ne doit pas porter des modifications chimiques, physiques et organoleptiques (FAO/OMS, 1986). Pour le lait, le traitement a pour objectif d'obtenir un produit sain et de prolonger sa conservation. Une autre mesure fondamentale est de pasteuriser le lait en vue de détruire la lipase soit avant ou après l'homogénéisation, ce qui prévient la lipolyse (Michel et al., 2002). Généralement trois zones de couples temps-température sont pratiquées : pasteurisation basse (62-65 °c / 30 min), pasteurisation haute (71-72 °c / 15-40s) et flash pasteurisation (85-90 °c / 1-2 s) (Jeantet et al., 2008^b).

III.3.3. Coagulation

L'aptitude à la coagulation du lait dépend de son pH initial, puis de sa teneur en calcium colloïdal et en caséines qui jouent un rôle primordial dans la gélification. Le rendement fromager, est fortement corrélé à la teneur en protéines ou caséines et en matières grasses du lait (Hurtaud et al., 2001). On distingue trois types de coagulation, acide, enzymatique et mixte (Jeantet et al., 2008^b).

- **Coagulation acide**

La coagulation acide consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($\text{pH}_i = 4,6$) par acidification par des ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique ou par acidification chimique (injection de CO_2 ou addition de gluconodelta lactone). L'apport de protons H^+ par fermentation lactique, entraîne une diminution du nombre des charges négatives des micelles induisant à la diminution de la couche d'hydratation et des répulsions électrostatiques, simultanément, une solubilisation progressive du calcium et du phosphate inorganique de la micelle vers la phase aqueuse avec désintégration en sous-unités micellaires. Le calcium solubilisé se combine à l'acide lactique pour former le lactate de calcium (Abi-Azar., 2007). Ce type de gel, de part la solubilisation du phosphate de calcium colloïdal au cours de l'acidification, présente une bonne perméabilité mais une friabilité élevée ; le manque de structuration du réseau (liaisons de faibles énergies de type hydrophobes) a pour conséquences une élasticité et plasticité pratiquement nulles et une faible résistance aux traitements mécaniques (Jeantet et al., 2008^b). La coagulation par acidification dépend du développement des ferments, qu'eux-mêmes dépendent de facteurs naturels inhibiteurs du lait comme les immunoglobulines, la lactoperoxidase, les lysosymes, etc. et des facteurs stimulants tels que les facteurs de croissance (vitamines du groupe B,

acides aminés, bases azotées, petits peptides et protéose péptones). Les traitements thermiques appliqués au lait peuvent détruire simultanément des inhibiteurs et certains facteurs de croissance naturels, mais aussi générer des facteurs de croissance comme des peptides, acides aminés, etc. D'autres facteurs exogènes tels les bactériophages et les antibiotiques inhibent la croissance de la flore acidifiante. Enfin la composition physicochimique et bactériologique et les traitements technologiques du lait présentent des facteurs de coagulation (Mahaut et al., 2000^a).

- **Coagulation par voie enzymatique**

Bien qu'ils conduisent tous les deux à la formation d'un caillé, la coagulation enzymatique et acide sont deux mécanismes différents et cela au niveau des micelles, les propriétés rhéologiques des caillés respectifs à chaque mécanisme sont caractéristiques du mode de coagulation (Ronez., 2012). La coagulation du lait par la présure est influencée par plusieurs facteurs parmi lesquels on cite la concentration en enzyme, la température, le pH et la concentration en ions calcium (Iboudo et al., 2012). Cette coagulation du lait par des enzymes protéolytiques est une des plus anciennes opérations de transformation alimentaire. Un grand nombre d'enzymes protéolytiques d'origine animale, végétale ou microbienne, présente la propriété de coaguler le complexe caséinique. La présure est l'enzyme coagulante la mieux connue (Benyahia., 2013).

La dénomination "présure", extrait de présure, dite présure 520 mg est donnée à l'extrait coagulant provenant de caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage. De nos jours on l'utilise toujours en technologie fromagère, principalement sous forme liquide ou en poudre (Ronez., 2012 ; Germonville., 2003). Cet extrait composé principalement de deux protéinases aspartiques :

- ❖ La chymosine protéase majeure responsable d'au moins 85% de l'activité coagulante totale, avec un optimum d'activité à pH = 5 fonctionnant encore au-dessus de pH = 7, Sa température optimale d'action est voisine de 40°C tandis que l'inactivation thermique à lieu à 50°C, totale à 61°C. La chymosine possède une activité spécifique élevée sur le site 105-106 du CMP qui hydrolyse une liaison Phe-Met et qui permet la coagulation du lait et une activité mineure de protéolyse générale sur les différentes fractions caséiniques (Talantikite – Kellil., 2014 ., Beau., 1941 ., Ronez., 2012).

- ❖ La pepsine est un constituant mineur, produite sous forme d'un précurseur inactif, le pepsinogène qui passe par acidification sous la forme active, où son maximum d'activité est

à pH= 2, et sa destruction est au-dessus de pH =7. Pour le mécanisme d'action, la pepsine est impliquée dans l'hydrolyse des liaisons peptidiques du côté N-terminale des acides aminés aromatiques comme Phe, Trp et Tyr, et participe également à la protéolyse nécessaire durant la maturation des fromages. A l'opposé de la chymosine, la pepsine possède une activité protéolytique élevée et une faible activité coagulante (Talantikite – Kellil., 2014 ., Beau., 1941 ., Ronez., 2012). La présure est ajoutée à très faibles dose, de 15 à 25 ml/100 kg dans les fabrications de type présure, de 1 à 5 ml/100 kg dans les fabrications de type lactique (S-t-Gelais et Titard-Collet., 2002). La coagulation présure du lait se divisent en trois phases :

- Une phase enzymatique, primaire, correspondant à l'hydrolyse de la caséine K l'enveloppe protéique micellaire au niveau de la liaison phénylalanine (105) et méthionine (106). Il y a libération du CMP 106-169 et diminution des répulsions électrostatiques qui, à l'état initial, contribuent à la stabilité du système colloïdal (Desobry–Banon., 1991 ., Abi-Azar., 2007).

- Une phase d'agrégation des particules caséiques qui commence à pH 6,6, lorsque 80 à 90% de la caséine κ est hydrolysée (Desobry–Banon., 1991 ., Abi-Azar., 2007).

- Une phase de gélification et de raffermissement du gel, les micelles agrégées subissent de profondes réorganisations par la mise en place de liaisons phosphocalciques et peut-être de ponts disulfures entre les paracaséines (Desobry–Banon., 1991 ., Abi-Azar., 2007).

- **Coagulation mixte**

Elle résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La multitude de combinaisons conduisant à différents états d'équilibres spécifiques est à l'origine de la grande diversité des fromages à pâte molle et à pâte pressée non cuite (Jeantet et al., 2008^b).

III.3.4. Egouttage du coagulum

L'égouttage est un phénomène dynamique qui se caractérise par la quantité de lactosérum éliminé, est lié à des facteurs directs (traitements de types mécanique et thermique), des facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséine laitière, en protéines solubles et en matière grasse) (Aissaoui-Zitoun., 2014). Les mécanismes conduisant à la synérèse résultent de deux propriétés du gel lacté qui sont sa compaction lors de la coagulation et son aptitude à évacuer

le lactosérum interstitiel qui est en fonction de la porosité et de la perméabilité, ces caractéristiques dépendent du type de coagulation (Ramet., 1997).

- **Egouttage du coagulum acide**

Dans un caillé lactique, l'agrégation des micelles déminéralisées ne forme pas d'alvéole. Dans ce cas on peut parler de porosité de type micellaire. L'acidification se produit normalement avant le rapprochement des caséines. Le caillé très déminéralisé se contracte peu et s'égoutte faiblement, la perméabilité reste élevée mais la porosité diminue au cours de l'égouttage (S-t-Gelais et Tirard-Collet., 2002). En fin d'égouttage, le fromage est une pâte humide sans cohésion (75 à 80% d'eau) (Mahaut et al., 2000).

- **Egouttage du coagulum présure**

Le coagulum est constitué d'un réseau de caséines bien organisé. Lors de la réticulation, il se forme des liaisons nouvelles, calciques, électrostatiques et hydrophobes, conduisant à une rétraction du gel qui se manifeste par une expulsion du lactosérum contenu dans les mailles du réseau protéique. Quand aucune force extérieure n'est exercée, le gel garde tout au long de la synérèse sa forme initiale. Ce type de gel présente une forte porosité, mais une perméabilité faible. Aussi, est-il nécessaire pour rompre cet état, de faire appel à un certain nombre de traitements mécaniques, physicochimiques et thermique (Mahaut et al., 2000).

- **Egouttage du coagulum mixte**

Dans un caillé mixte, la porosité totale correspond en partie à une porosité alvéolaire et en partie à une porosité micellaire. Lors de la contraction du gel (rapprochement des caséines), il se produit une exsudation de sérum qui provoque une réduction de la porosité alvéolaire. Si l'exsudation intervient avant, pendant ou après l'acidification lactique, la structure du caillé sera différente. La structure qui est d'abord de type présure acquiert de la perméabilité pendant l'acidification, ce qui favorise la poursuite de la synérèse. Ainsi, pour même vitesse d'acidification, tout facteur qui ralentit la synérèse augmente le caractère lactique du caillé, tandis que tout facteur qui accélère la synérèse augmente le caractère présure du caillé. De plus, pour un même niveau de synérèse, un ralentissement de l'acidification augmente le caractère présure du caillé, alors qu'une accélération de l'acidification augmente le caractère lactique du caillé (S-t-Gelais et Tirard-Collet., 2002).

- **Les techniques d'égouttage**
 - a. **Fromages frais obtenus par égouttage lent**

L'égouttage lent est la technologie employée pour obtenir les fromages dits de « campagne ». La durée de l'égouttage permet l'obtention d'un arôme plus prononcé (Goudédranche et al., 2001). Les textures sont variables selon les quatre procédés utilisés :

- ❖ **Égouttage en sacs**

C'est un procédé non mécanisé qui consiste à remplir des sacs-filtres avec du coagulum et à les empiler sur un sol les uns sur les autres, ce qui produit un pressage (Goudédranche et al., 2001).

- ❖ **Égouttage en filtre Berge**

Des toiles suspendues à un rail sont remplies de coagulum. Elles sont pressées les unes contre les autres et subissent un mouvement oscillatoire. Le caillé obtenu est refroidi puis conditionné (il est éventuellement lissé avant conditionnement) (Goudédranche et al., 2001).

- ❖ **Égouttage en cuve Schulenburg**

Le lait est envoyé dans une cuve ouverte de forme semi-cylindrique. Après coagulation, un tamis de forme semi-cylindrique effectue la séparation caillé-sérum. Le tamis descend progressivement sous l'effet de la gravité dans le caillé. Une fois la quantité de sérum à retirer atteinte, le caillé obtenu est recueilli et refroidi (éventuellement lissé) avant d'être conditionné (Goudédranche et al., 2001).

- ❖ **Égouttage en faisselles (moulage à la louche)**

Le fromage obtenu est dit en faisselle, la structure du gel est moins détruite par ce type de moulage et de ce fait la synérèse est moins entravée. Le coagulum obtenu est soit moulé unitairement à la petite « louche », soit à la « pelle » sur un répartiteur. Ce procédé est difficilement mécanisable car le caillé lactique est fragile. Pour pallier ce manque de fermeté, le taux protéique du lait est augmenté par ultrafiltration. Le fromage dit « de campagne » reste en moule jusqu'à utilisation par le consommateur. Le fromage demi-sel est retourné dans son moule puis démoulé sur des claies. Il est ensuite salé à sec par pulvérisation en surface et conditionné sans affinage. Il est éventuellement enrobé de cendre, poivre, herbes ou épices (Goudédranche et al., 2001).

b. Fromages frais obtenus par égouttage rapide à partir du lait écrémé ou gras

Permettant d'accélérer considérablement la séparation du lactosérum, l'égouttage centrifuge a donné lieu à la mise au point des premières lignes de production totalement mécanisées. Le coagulum maigre est introduit dans une sorte d'écrémeuse tournant à grande vitesse. La phase légère ($d = 1,02$) constituée par le sérum est dirigée par la force centrifuge vers l'axe du bol puis refoulée sous pression à l'extérieur par une turbine. La pâte maigre, phase lourde ($d = 1,05$) est éjectée et laissée par des buses situées sur le pourtour du bol puis captée par un dispositif enveloppant ce dernier. Le fromage maigre est alors réfrigéré, additionné ou non de crème ou autres additifs et conditionné. Dans le cas du caillé gras, on utilise la séparation centrifuge, en profitant du fait qu'à des teneurs en gras/sec de plus de 65%, la densité du caillé devient inférieure à celle du sérum (1,02). Les pertes en matières grasses dans le sérum sont diminuées considérablement en constituant des cénapses entre globules gras et micelles de caséines : c'est le but de l'homogénéisation du lait. Dans les deux cas précédents un traitement thermique adapté du lait améliore la séparation centrifuge (Pointurier et al., 1985).

Partie pratique

Chapitre II :

Matériel et

méthodes

I. Présentation de l'organisme d'accueil

C'est en 1984, que mûrit dans l'esprit du groupe Batouche, l'idée de création d'une petite unité de fabrication du yaourt dans la région d'Ighzer Amokrane avec des moyens très limités, l'unité n'a démarré que avec une remplisseuse de pots préformés d'une capacité de 1000 pots /h. Afin de parvenir à supplanter ses rivaux et de faire face aux exigences de l'heure aussi bien en quantité qu'en qualité, le groupe Batouche a modernisé l'équipement de l'unité avec des efforts et un travail acharné, l'unité a réussi à acquérir en 1986 une conditionneuse thermoformeuse d'une capacité de 4000 pots /h. En 1988, l'entreprise se voit dotée d'un atelier de fabrication de fromage fondu et de camembert. En 1991, ce fut l'acquisition d'une ligne de production de crème dessert. En 1993, une nouvelle conditionneuse est arrivée avec une capacité de production de 9000 pots/h et en 1995 deux conditionneuse de 7000 pots /h.

En octobre 2001, il a eu la signature de l'accord de partenariat entre le groupe Danone et la laiterie Djurdjura Algérie-SPA (DDA) ; la marque Danone est lancée en août 2002.

Danone Djurdjura-SPA a réalisé en 2005 un chiffre d'affaire d'un plus de 60 million d'euros, en distribuant principalement les marques Danone, Petit Gervais aux fruits, Activia, Danette et Fruix. En 2006, Danone-DjurDjura Algérie disposait de 40 % du marché algérien.

L'organigramme de l'entreprise Danone DjurDjura Algérie est représenté dans l'annexe 2.

II. Analyses physico-chimiques et microbiologiques

Le processus de fabrication du fromage frais Danino à banane est illustré dans l'annexe 3 et les analyses effectuées sur chaque point de prélèvement figurent dans le tableau V. La figure 1 représente l'ensemble des points de prélèvement pour le lait cru, les produits semi-finis et le produit fini.

Tableau V : Analyses effectuées pour chaque point de prélèvement.

Analyses Points de prélèvement	Température	Acidité dornic	PH	Test d'alcool	Delvo test	Beta star	Cryoscopie	TP	MG	EST	Viscosité	Brix	Flore totale	Levures et moisissures	Entérobactéries	Coliformes
cuve camion	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			
Tank lait cru (TLC)		X	X	X	X		X	X	X	X						
Tank lait écrémé (TLE)			X					X	X	X						
Tank d'hydratation crème			X						X	X						
Maturateur pâte fraiche (MPF)								X	X	X						
Sortie séparateur			X					X		X						
Tank crème (TC)									X	X						
silos petit-suisse (SPS)			X					X	X	X						
Conditionneuse à j			X					X	X	X					X	X
Conditionneuse à j+1			X								X	X		X		
Chambre stresse 3j à 30°C														X		
Chambre stresse 10j à 25°C														X		
Chambre DLC à 10°C J+1																
Chambre DLC à 10°C J+32			X								X	X		X		

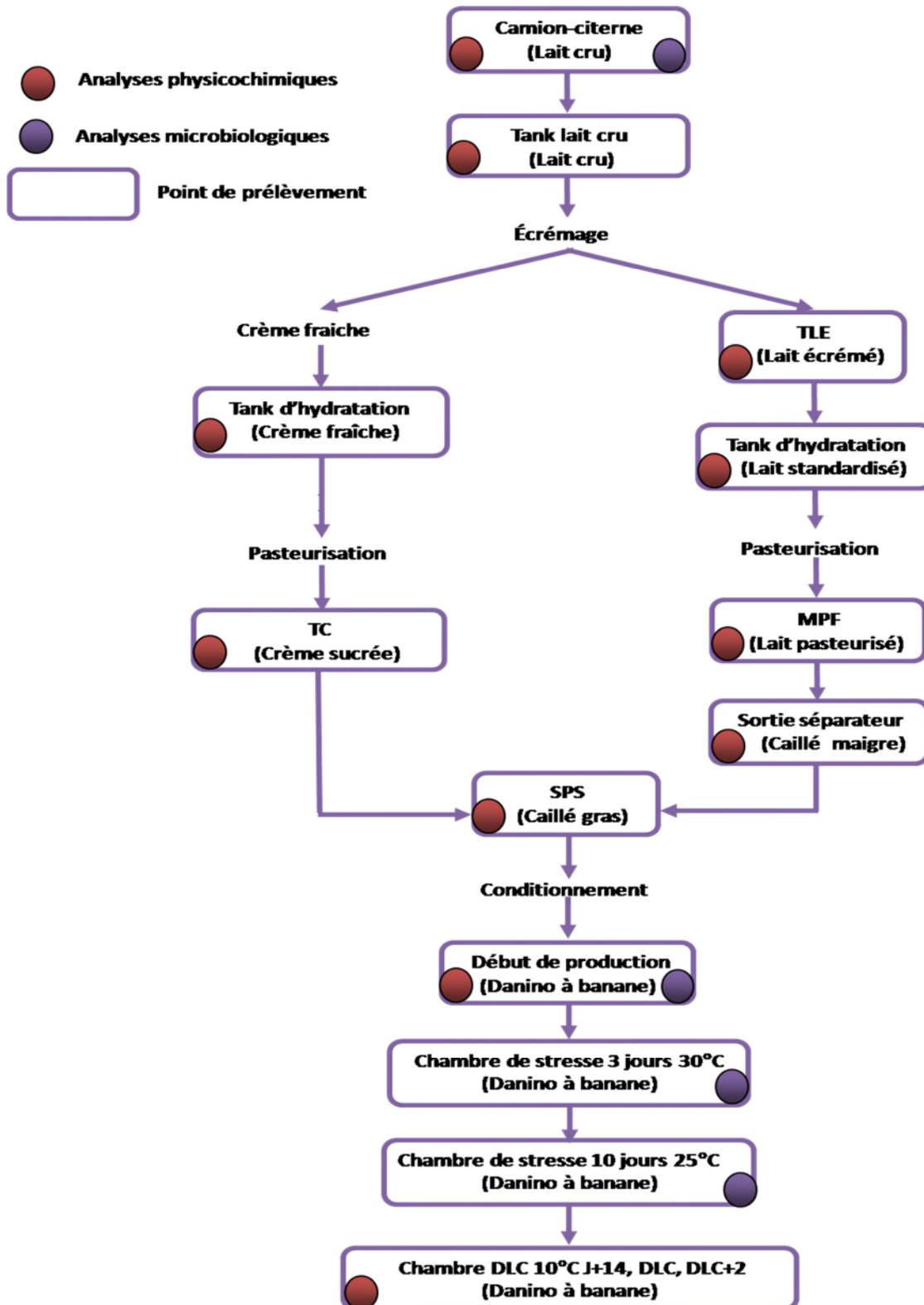


Figure 1: Diagramme des points de prélèvement d'échantillons pour analyses.

II.1.Lait cru

II.1.1. Mesure de température

La prolifération des germes étant très rapide dans le lait frais, il convient de le refroidir immédiatement après la traite s'il n'est pas destiné à être consommé ou transformé dans un bref délai. Pour être efficace et ne pas altérer excessivement la qualité chimique du lait, la température doit être inférieure à 10°C et la durée de conservation ne doit pas excéder 48 à 72 h (Ramet., 1985). Selon la norme européenne (CE) n°853/2004, la température du lait au cours du transport et à réception doit être inférieure ou égale 10°C (DILA., 2012).

La mesure de la température a été effectuée par l'introduction immédiate de la sonde du thermomètre dans la louche contenant le lait échantillonné et la lecture de la température a été mesurée en tenant le thermomètre en position légèrement incliné.

II.1.2. Test d'antibiotique

La détection de la présence des antibiotiques dans les laits destinés à la consommation humaine constitue un des objectifs majeurs des laboratoires officiels de contrôle (Billon et Tao., 1979), bien que les deux principales raisons d'exclure les antibiotiques des aliments humains sont pour la protection du consommateur contre les réactions indésirables à l'antibiotique et d'éviter le développement de microorganismes résistants aux antibiotiques. En outre, l'industrie des produits laitiers fermentés a le souci supplémentaire de ne pas inhiber la croissance des bactéries de culture par des substances antimicrobiennes. Par conséquent, les tests antimicrobiens doivent être effectués de façon routinière sur le lait à fermenter (Marshall., 2008). En plus, la détection doit être assez sensible pour mettre en évidence les plus faibles quantités d'antibiotique (Billon et Tao., 1979).

a) Beta-star Combo S : recherche les résidus des Beta-lactames et des Tétracyclines. Cette méthode est basée sur l'emploi d'un récepteur spécifique lié à des particules d'or. Le test se réalise en une seule étape : un volume de lait donné est introduit dans un tube, puis déposé dans un incubateur. La bandelette est ensuite introduite dans le tube pour démarrer le test. Au cours de l'incubation, le lait migre le long de la bandelette en entraînant les réactifs présents au pied de celle-ci. En présence d'antibiotiques, les réactifs de détection vont être complètement ou partiellement bloqués par la présence des antibiotiques. Ce faisant, l'intensité de la couleur de la réponse correspondant à la ou aux lignes antibiotiques sera plus faible, montrant ainsi un résultat positif pour le ou les antibiotiques (Grosseron., 2018).

Un échantillon de 0,2ml de lait est mis dans un incubateur Beta-star (47.5°C) durant 03 minute, puis une bandelette révélatrice contenant trois lignes (la ligne inférieur représente la Béta-tétracycline, la ligne médiane représente le témoin, la ligne supérieur représente la Béta-lactamine) est mise dans la micro-cuvette pendant 03 minute. Les bandelettes sont retirées et interprétées selon l'intensité des lignes de la bandelette. Lorsque les 02 lignes test ont une couleur plus foncée par rapport à la ligne de contrôle (témoin), le test est considéré négatif et lorsque les 02 lignes test ont une couleur claire et semblable à celle du témoin le test est considéré positif.

b) Delvotest® T

La méthode dite Delvo-test basée sur l'inhibition du développement de *B. stearothermophilus* se traduisant par l'absence d'acidification révélée par un indicateur coloré dans un milieu gélosé placé en ampoule (Billon et Tao., 1979). *Bacillus stearothermophilus var calidolactis* est la bactérie de référence utilisée pour détecter un large spectre d'antimicrobiens dans le lait (Shitandi et al., 2006 ; Marshall., 2008). Dans cette méthode, un indicateur de pH, des nutriments et du lait sont ajoutés à un petit flacon en verre contenant les spores bactériennes et l'agar. Les spores en suspension dans un milieu gélosé germent et se développent rapidement si l'antibiotique n'est pas présent à une concentration inhibitrice (Marshall., 2008).

100 µl de lait ont été ajoutés dans une ampoule contenant les spores de *Bacillus stearothermophilus* dans la gélose contre un témoin contenant 100 µl de lait négatif et incubées dans un incubateur sec à 64°C. La lecture est effectuée par la vérification de la couleur du contrôle négatif à 2 heures 45 minutes, jusqu'à ce que le contrôle négatif ait atteint une couleur jaune, Si après 3 heures le contrôle négatif montre toujours une couleur positive, on augmente le temps d'incubation jusqu'à 3 h15 maximum. Après la période d'incubation, les ampoules ont été retirées de l'incubateur et la lecture est effectuée à l'aide de la carte de couleur (ISO/TS 26844:2006).

II.1.3. Mesure du pH

Le pH (potentiel hydrogène) est la mesure d'acidité d'une solution. Il est défini par : $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}}]$ (Thomas., 2006). La valeur du pH du lait frais à 20°C varie entre 6,6 et 6,8 (Croguennec et al., 2008). Si les valeurs sont en dehors de ces limites, cela signifie qu'il y a

l'animal est atteint d'une maladie, soit que le lait a été le siège d'un développement bactérien, ou n'a pas été fraudé par neutralisation(Karsten., 1937).

La mesure du pH a été réalisée par un pH-mètre après étalonnage avec de solution à pH 7 et pH 4, par l'introduction de la sonde de pH-mètre dans un bécher contenant du lait cru.

II.1.4. Détermination de l'acidité Dornic

L'acidité titrable du lait est déterminée pour vérifier la fraîcheur du lait et des produits laitiers et de contrôler la fabrication de produits laitiers fermentés (Singh et al., 2013).La mesure de l'acidité permet aussi de savoir si les réactions d'acidification ont commencé (indicateur de l'activité des bactéries lactiques). À la sortie de la mamelle, le lait sain de vache a une acidité naturelle comprise entre 15 et 18°D.L'augmentation de l'acidité du lait est un signe de mauvaise hygiène et d'un développement intense de micro-organismes (mauvais refroidissement, mauvaise pasteurisation, durée trop longue du transport)(PAS., 2005).

Le principe de la méthode est le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium(NaOH) à N/9 en présence de phénolphtaléine, comme indicateur coloré. Cette acidité est exprimée en degré Dornic(Bachtarziat al.,2015).

L'analyse consiste à introduire 10 ml de lait dans l'erenmeyer et d'ajouter cinq gouttes de phénolphtaléine.La soude N/9 dans une burette a été ajoutée goutte à goutte dans le mélange lait/phénolphtaléine jusqu'à l'obtention d'une coloration rose pâle persistante.Le de degrés Dornic est calculé par la multiplication de la chute de la burette par 10. 1°D représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait.

II.1.5. Le test d'alcool

Le test d'alcool est utilisé pour l'évaluation rapide de la stabilité du lait à la transformation, en particulier pour le traitement thermique, utile comme indication de l'équilibre minéral du lait. Le test aide à détecter le lait anormal, tel que le colostrum, le lait d'animaux en retard de lactation et lait d'animaux atteints de mammite, dont l'équilibre minéral a été perturbé (UNBS., 2013).La stabilité du lait à l'alcool est utilisée aussi pour déterminer leur aptitude à la coagulation par la présure. Beaucoup de travaux ont montré que la stabilité à la chaleur est liée à la composition du lait : la stabilité à la chaleur augmente lorsque le rapport du calcium soluble (ou du calcium ionisé) au phosphate soluble diminue (Metro et al, 1979 ; Pierre., 1985).Ce test est très simple, il consiste à ajouter 2 ml de lait à 2 ml de solution à différents concentration en alcool éthylique, suivi d'agitation.Si le lait testé est de

bonne qualité, il n'y aura pas de floculation (coagulation), ou de précipitation. La présence de flocons ou de caillots indique un lait de mauvaise qualité (à moins d'une minute de test)(Metro et al.,1979).

Le test de stabilité est réalisé avec de l'éthanol à 68°, 72° et 80°. En effet, à l'aide d'une seringue, 2 ml du lait sont prélevés et versés dans 3 béchers, puis 2 ml d'alcool de 68°, 72° et 80° sont ajoutés séparément. Les solutions sont mélangées par de légers mouvements de retournement. Si une coagulation s'est produite, de fines particules de caillé seront visibles sur la surface interne, la présence de floculations ou de caillé indique un test d'alcool positif. Si le test est positif à 80°, le lait est conforme, dans le cas contraire c'est un signe de présence de substances anormales. Un test positif à 72° doit être confirmé avec un test à 68°, si la coagulation persiste, le lait est jeté.

II.1.6. Détermination du point de congélation

La cryoscopie ou mesure de point de congélation du lait permet de mettre en évidence tout apport anormal d'eau dans le lait. En effet, un lait de qualité normale gèle à (- 0,520°C). Alors qu'un lait contenant plus de l'eau voit son point de congélation remonter vers 0 °C. Ce critère utilisé pour la répression des fraude pour détecter les laits dits mouillés avec de l'eau d'une manière à augmenter artificiellement le volume. L'augmentation du nombre de cycle de lavage, de rinçage est le principal facteur de mouillage dans des salles robotisées(Freiss., 2009).

Lorsque la sonde remonte après l'allumage de cryoscope, on appuie sur Start, un dispositif redescend et l'essai à vide s'effectue. Après le refroidissement l'affichage indique que l'appareil prêt et la sonde remonte, le tube du cryoscope est rempli avec du lait tout en respectant les limites du remplissage indiquées en traits noirs sur le tube (2- 2.5 ml). La sonde s'immerge dans le tube et le refroidissement commence. Le résultat s'affiche automatiquement sur le cryoscope. En plus, le taux de mouillage est calculé par la formule suivante :

$$\text{Mouillage} = 1 - \frac{\text{valeur de la cryoscopie}}{0.52}$$

0,52 est la valeur cible

de la cryoscopie.

II.1.7. Détermination de la teneur en matière grasse

La détermination par la méthode de Gerber est basée sur l'ajout de l'acide sulfurique qui dissout les protéines du lait. La séparation de la matière grasse des autres constituants est réalisée après centrifugation du butyromètre en présence d'alcool iso-amylque (Boubchir-Ladj., 2014). On introduit 10 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) par le moyen d'un doseur dans un butyromètre gradue on rajoute 11 ml du lait à l'aide d'une pipette, en rajoute aussi 1.5 ml de l'alcool iso-amylque, par la suite, on met le butyromètre dans une centrifugeuse (deux butyromètre l'un en face de l'autre) (FSSAI., 2012). La lecture des résultats est effectuée directement sur le butyromètre.

II.1.8. Détermination de taux de protéine, de matière grasse et EST

Ces analyses sont effectuées à l'aide d'un MilkoScan™ FT120. Cet appareil est un spectrophotomètre à FTIR (Fourier Transformed Infrared Spectroscopy) automatique de grande capacité (120 échantillons analysés par heure). Il utilise la technologie d'absorption spectroscopique en moyen infrarouge (capacité : 3 - 10 μm) (Boubchir-Ladj., 2014). L'analyse permet de contrôler la bonne qualité du lait, mais aussi d'optimiser l'utilisation des produits intermédiaires et de contrôler la qualité des produits finis. Cette technique permet d'analyser avec précision les matières grasses, protéines, lactose, extrait sec total et extrait sec dégraissé. Les résultats sont enregistrés en % sur l'écran (Boubchir-Ladj., 2014 ; Shema et Reyam., 2016).

Après le lancement du nettoyage de l'appareil avec la solution clean et le calibrage avec une solution zéro. Le lait dans béccher est chauffé dans un bain marie à 40°C pendant 10 min et après la sélection du type de produit sur l'appareil, 5 ml du lait sont aspirés en deux fois puis la quantification est réalisée et affichée automatiquement sur l'appareil.

II.1.9. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile

La flore mésophile aérobie totale est un bon indicateur de contamination globale, renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru (Hamiroune et al., 2014). Les microorganismes aérobies et aéro-anaérobies facultatifs se développent dans un milieu nutritif gélosé incubé à 30 °C. Ils apparaissent sous forme de colonies de tailles et de formes différentes (Bouton et Grappin., 1995).

La recherche de la flore totale aérobie mésophile a été réalisée par ensemencement dans la masse, par introduction aseptiquement de 1 ml de chaque des dilutions de lait de 10^{-5} – 10^{-7} séparément dans une boîte de Pétri et en utilisant le milieu PCA (Plate Count Agar) en

surfusion. Après solidification les boîtes ont été incubées à 30 °C pendant 72 h. Les analyses ont été réalisées en double pour chaque dilution.

II.2. Produits semi-finis

Les produits semi-finis sont le lait écrémé, le lait pasteurisé, crème fraîche, caillé maigre, la crème sucrée et le caillé gras.

Les analyses effectuées sont la matière grasse, les protéines et l'extrait sec total avec la technique MilkoScan™ FT120, et le pH avec le même principe que le lait cru. En plus, les analyses du caillé maigre, la crème sucrée et le caillé gras sont réalisées avec l'appareil FoodScan et le dessiccateur infrarouge. L'objectif de ces analyses est de porter des corrections en cas de défaut.

La technologie FoodScan est basée sur la transmittance dans le proche infrarouge où le faisceau lumineux traverse complètement l'échantillon avec une plage de mesure de 850 à 1050 nm, pour la mesure des produits laitiers tels que le fromage et le beurre. Les paramètres mesurés par le FoodScan sont la matière grasse, humidité/extrait sec total, matière grasse dans la matière sèche, sel et les protéines. Le principe de la mesure est de remplir la coupelle et la placer dans l'instrument, après la sélection du type de produit, les résultats sont fournis en 50 secondes sur un écran (Foss., 2009).

II.3. Fromage Danino à banane (produit fini)

La cinétique de l'extrait sec total, de la viscosité, du brix, du pH, des protéines et de la matière grasse a été suivie durant une période de 38 jours dans la chambre DLC (10°C), 15 jours dans une chambre stress à 25°C et au réfrigérateur à 4°C. La recherche des entérobactéries et coliformes a été réalisée à J, et la recherche des levures et moisissures a été réalisée à J+1, J+3, J+10 et J+32.

II.3.1. Détermination de l'extrait sec total

Le dessiccateur se compose de deux éléments, une balance et une unité de chauffage. Pour mesurer la teneur en humidité, l'appareil enregistre le poids de départ de l'échantillon qui absorbe la radiation infrarouge du dessiccateur halogène, ce qui engendre une hausse rapide de sa température et la lampe halogène le sèche pendant que la balance intégrée enregistre en continu le poids de l'échantillon. Lorsque l'échantillon ne perd plus de poids, l'instrument s'arrête et calcule la teneur en humidité (anonyme 3).

Après avoir régler la température à 105°C et le temps à 10 min de dessiccation dans un dessiccateur infrarouge, on met une coupelle vide dans l'appareil et on la tare, par la suite on étale bien sur l'ensemble de sa surface 3g de fromage Danino à banane après la production jusqu'au J+38 (38 jours). Après 10 min de la fermeture du couvercle du dessiccateur, les résultats s'affichent automatiquement sur l'appareil.

II.3.2. Mesure de la viscosité

La viscosité peut être définie comme la résistance à l'écoulement. Elle est exprimée en milli-Pascal-seconde ou en centipoises (1 cPo = 1 mPa·s). La viscosité dépend fortement de la température, il est donc important de préciser cette dernière lorsque l'on effectue une mesure. Celle-ci est effectuée après 24 h de la production de ce fromage. Un échantillon est amené de la chambre DLC (à 10°C) (Etievant et Delolme., 2011).

Le principe de la mesure consiste à prendre 03 cuillères de fromage Danino à banane à J+1 (après 24 h) jusqu'au J+38 dans le mobile spécifique du viscosimètre. Mettre ce dernier dans son moule et après avoir placé la sonde spéciale au fromage, on règle de sorte que la sonde soit en contact avec le fromage. Le résultat s'affiche automatiquement sur l'écran de l'appareil en pourcentage massique.

II.3.3. mesure du brix

Le degré Brix est exprimé en grammes de matières sèches solubles pour 100 g de produit (Etievant et Delolme., 2011). Les réfractomètres sont calibrés en °Brix (g de saccharose /100 g d'échantillon) (Robert et Bradley., 2010).

On prélève environ 50 g de fromage Danino à banane de J+1 (après 24 h) jusqu'au J+38 et on le dépose dans un filtre plissé positionné sur un bécher de 50 ml, après avoir bien remué l'échantillon pour assurer son homogénéité, on filtre pendant 15 min minimum jusqu'à avoir recueilli quelque ml de filtrats et les mettre dans un réfractomètre. Le résultat s'affiche automatiquement en °Brix sur l'appareil.

II.3.4. Mesure du pH

En fromagerie la mesure du pH est tout aussi intéressante, car cette propriété a une influence considérable sur la consistance du fromage, ainsi que sur son goût (Karsten., 1937).

L'analyse du pH a été réalisée à l'aide du pH-mètre pendant 38 jours.

II.3.5. Détermination du taux de protéines

Les protéines laitières sont intéressantes tant d'un point de vue organoleptique que nutritionnel (Snappe et al., 2010). Le comportement d'un lait lors de la coagulation varie essentiellement en fonction du taux de protéines (Martin et Coulon., 1994). En outre, la transformation utilisée dans les industries laitière modifie la structure des protéines du lait, menant à leur dénaturation, agrégation et interaction. Ces changements protéiques peuvent aussi affecter les propriétés fonctionnelles des ingrédients laitiers, telles que la solubilité, la gélification, la stabilité thermique et l'émulsification, qui affectent finalement leurs performances dans les produits finis (Patel et Patel., 2016).

L'analyse de ce paramètre dans le produit fini est effectuée par le FoodScan avec le même principe que les produits semi-finis.

II.3.6. Détermination de la teneur en matière grasse

La matière grasse joue un rôle crucial dans la perception de la texture des dispersions alimentaires. Elle est à la base de sensations fondamentales en bouche influençant directement la perception sensorielle des caractères crémeux ou visqueux (Maurer., 1996).

L'analyse de ce paramètre dans le produit fini est effectuée par le FoodScan avec le même principe que des produits semi-finis.

II.3.7. Analyses microbiologiques

II.3.7.1. Le dénombrement des levures et moisissures

Les moisissures, dont les spores sont généralement aérosolisées par le vent, sont naturellement présentes dans l'air extérieur. Cependant, elles pénètrent aussi facilement dans les locaux, par l'intermédiaire des occupants ou via les systèmes de ventilation (Méheust., 2012). Les aliments moisiss ont moins bon goût et la consommation peut s'en trouver réduite ce qui amène à un ralentissement des gains pondéraux ou une baisse de la production laitière. Les aliments moisiss sont aussi parfois moins digestes. En outre, leur teneur énergétique peut être réduite de 5 à 10 %, puisque les moisissures se développent aux dépens des protéines, des lipides et des hydrates de carbone qu'ils contiennent. En plus, les aliments moisiss peuvent également être à l'origine de problèmes de santé humaine (Wright., 2011).

L'ensemencement a été réalisé dans la masse par la mise de 1 ml de dilution 10^{-1} au fond de la boîte Pétri, suivie de l'ajout de la Gélose OGA (Oxytétracyclin Glucose Agar) en

surfusion ($45 \pm 1^\circ\text{C}$) et des mouvements en huit pour bien homogénéiser la suspension avec la gélose OGA. Une boîte témoin a été préparée pour vérifier la stérilité du milieu. Après refroidissement les boîtes ont été incubées à $25 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 5 jours (ISO 7218/A1:2013).

Cette analyse a été réalisée après pré-incubation du produit fini à J+1 (chambre de stress à 30°C pd 24h), à J+3 (chambre de stress à 30°C pd 72h), à J+10 (chambre de stress à 25°C pd 10 jours) et à J+32 (chambre de stress à 10°C pd 32 jours), le contrôle a été effectué par l'observation du gonflement des pots et dans le cas positif les échantillons seront semés à la recherche des levures et moisissures.

II.3.7.2. Dénombrement des entérobactéries

Les entérobactéries parmi lesquelles *Escherichia coli* producteur de toxines et *Salmonella*, sont parmi les principaux germes pathogènes, susceptibles d'être retrouvés dans le lait et les produits laitiers (Brisabois et al., 1997).

15 ml de milieu VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar) en surfusion sont transférés dans une boîte de Pétri stérile qui contient 1 ml de la dilution de 10^{-1} du fromage Danino, suivi d'une homogénéisation par des mouvements en huit, après solidification on ajoute 5 ml de milieu de façon à former une deuxième couche. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 heures (ISO 7218 / A1: 2013).

II.3.7.3. Dénombrement des coliformes

Les coliformes totaux sont des entérobactéries, en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase. Les principaux genres bactériens inclus dans le group sont *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia*. Presque la totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé à l'exception de certaines souches d'*E.coli* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (Chevalier et al., 2017). Notamment ceux appartenant à l'espèce *Escherichia coli*, sont considérés par les épidémiologistes comme éventuellement responsables d'intoxications alimentaires (Mourgues et al., 1977).

Il consiste à refroidir le milieu VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar) en surfusion qui sont transférés dans une boîte de Pétri stérile qui contient 1 ml de la dilution de 10^{-1} du fromage Danino à banane, suivi d'une homogénéisation par des mouvements en huit, après solidification on ajoute 4 ml de milieu de façon à former une deuxième couche. L'incubation est réalisée à 30°C pendant 24 heures.

Chapitre III :

Résultats et

discussion

I. Analyses physico-chimiques et microbiologiques

Les points de prélèvement d'échantillons pour les analyses physicochimiques et microbiologiques sont installés sur toute la chaîne de transformation, de la réception du lait cru jusqu'au stockage à froid du produit fini et cela pour garantir la qualité hygiénique, nutritionnelle et organoleptique du fromage frais. Selon [Daudin \(1995\)](#), le produit final est de bonne qualité lorsque tout le processus de production est bien contrôlé et que les sources possibles de dégradation sont répertoriées et surveillées. Le contrôle final ne sert alors qu'à vérifier que le produit final est conforme.

I.1. Lait cru

Les résultats de toutes les analyses physicochimiques du lait cru à la réception sont répertoriés dans le tableau VI.

Tableau VI : Résultats d'analyses d'échantillons de lait issus des cuves-camions.

Lait réceptionné du camion	Température	Béta star	Delvotest	pH	Acidité dornic	Alcool 68°	Alcool 72°	Alcool 80°	Point de congélation	Mouillage%	EST%	TP%	MG%	Flore totale
1	4,9	-	-	6,8	17	-	-	+	0,511	1,73	11,82	3,2	3,24	4.5x10 ⁶
2	6	-	-	6,7	17	-	-	+	0,504	3,08	11,85	3,15	3,44	18 x10 ⁶
3	4,8	-	-	6,8	17	-	-	+	0,522	0,19	12,05	3,22	3,57	4.5x10 ⁶
4	4,9	-	-	6,7	17	-	-	+	0,503	3,27	11,52	3,2	2,98	15x10 ⁶
5	4,2	-	-	6,6	17	-	-	+	0,527	5,77	11,83	3,24	3,24	20x10 ⁶
6	6,7	-	-	6,8	17	-	-	+	0,504	3,08	12,25	3,22	3,82	4 x10 ⁶
7	4,7	-	-	6,8	17	-	-	+	0,523	5,77	12,26	3,35	3,46	4 x10 ⁶

(-) : Test négatif et (+) : Test positif

Les résultats obtenus dans le tableau VI sont comparés au plan de contrôle du lait cru de la collecte de l'entreprise dans le tableau VII.

Priorité	Critères	Valeur cible	Valeur de tolérance	Valeur de rejet		Méthode
Contrôles libérateurs	Température (C°)	[2-6]°C]6-10]°C	> 10° C		Thermomètre sonde au cuve citerne
	Test d'alcool	Négatif (absence de floccules) à 68° Positif (présence de floccules) à 80°		Positif à 68° Négatif à 80°		Test d'alcool
	Acidité dornic (D°)	[15-17]°D	[14-15[-]17-18]°D	<14° D	>18°D	Tétration
	% Mouillage	[0-1,92]]1,92-5,77]	>5,77		
	Point de congélation(C°)	[(-0,525)-(-0,510)]	[-(0,535)-(-0,525)] -](-0,510)-(-0,490)]	>(-0,490)	<(-0,535)	Cryoscope
	Résidus antibiotique	Absence		Présence		Beta star/Delvo-test
Contrôles non libérateurs	PH	6,6-6,7	[6,4-6,6[-]6,7-6,8]	<6,4	>6,8	PH mètre
	Taux protéines m/m	3,1-3,3	[2,8-3,1[-]3,3-3,6]	<2,8	>3,6	Milko-scanFT120
	Matière grasse m/m	3,3-3,7	[2,8-3,3[-]3,7-4,2]	<2,8	>4,2	
	Extrait sec total %	11-12	[10,50-11[-]12-13]	<10,50	>13	
	Flore totale	< 5000 000 UFC/ml		> 5000 000 UFC/ml		Analyse microbiologique

Tableau VII : Plan de contrôle du lait cru de la laiterie Danone/Djurdjura Algérie.

Toutes les températures de réception du lait cru obtenues sont entre 4,2 et 6,7°C et sont inférieures à 10°C, en présentant une conformité par rapport aux exigences de la norme (tableau VII). Tous les laits des camions avait la température cible sauf le camion 6 qui été dans la zone de tolérance.

Les tests antibiotiques (Béta-star et Delvotest) étés négatifs, ce qui indique une absence totale de résidus d'antibiotiques, ce qui répond aux normes (tableau VII).

L'acidité Dornic obtenue du lait cru est de 17°D pour la totalité des camions et se situe dans l'intervalle des valeurs cibles (tableau VII). Pour le pH, les valeurs obtenues sont entre

6,6-6,8 et ces résultats se situent dans les valeurs cibles et de tolérance (tableau VII), ce qui signifie que le lait réceptionné est frais.

Les tests alcool à 68° et 72° montrent l'absence de la coagulation du lait cru, ce qui confirme l'équilibre minéral du lait réceptionné. Par contre, une coagulation à 80° a été constatée, en signifiant que le lait répond aux exigences de la norme (tableau VII) et est apte à subir un traitement thermique.

Les résultats obtenus du point de congélation sont entre -0,503 et -0,527, en se situant dans les valeurs cibles et de tolérance (tableau VII) pour la totalité des camions. De même pour le taux de mouillage, tous les résultats obtenus se situent dans les valeurs cibles et de tolérance.

Pour le taux de protéines tous les lait des camions présentent des résultats de 3,15-3,35% qui se situent dans l'intervalle des valeurs cibles (tableau VII), ce qui évite l'ajout de la poudre de lait pour corriger la teneur en protéines du lait.

La teneur moyenne en matière grasse des laits retenus est de 2,98-3,82%, qui se situent dans la zone de tolérance (tableau VII).

Pour l'extrait sec total, la teneur moyenne des laits retenus est de 11,52-12,26%, en se situant dans la zone cible et de tolérance (tableau VII).

Pour l'analyses microbiologiques, le dénombrement de la flore totale du lait cru des camions 1, 3, 6 et 7 a révélé des résultats $< 5 \times 10^6$ UFC/ml qui sont en conformité avec la valeur cible de l'entreprise. Pour les laits des camions 2, 4 et 5 on constate une grande charge microbienne, mais comme ce critère n'est pas un paramètre libérateur, le lait de ces camions est accepté.

Les résultats de toutes les analyses physicochimiques du lait cru du tank sont récapitulés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Résultats d'analyses d'échantillons de lait issus du tank lait cru.

Analyse	Delvo test	pH	acidité dornic	Alcool 68°	Alcool 72°	Mouillage	EST %	Tp %	MG %
Résultat	Négatif	6,48	17	Négatif	Négatif	0,523	11,28	3,07	2,85

Après le dépotage, les analyses du lait cru du tank montrent une diminution du pH à une valeur de 6,48 qu'est dans l'intervalle des valeurs de tolérance. En outre, une diminution du taux protéique et de matière grasse a été constatée. Le stockage du lait au froid, à la ferme puis à l'usine, n'est pas sans inconvénients, car la matière première subit alors une série de modifications de la phase protéiques et de la phase grasse liées aux développements bactériens, en affectant les rendements à la transformation (Chilliard et Lamberet., 1984). Lamontagne et al (2002) ont rapporté que certaines souches microbiennes en particulier les bactéries lactiques peuvent acidifier le lait au froid et ont rapporté aussi que dans le cas des psychrotrophes, des exoenzymes qui sont libérés dans le lait, provoquent l'hydrolyse des protéines et des lipides.

II. produits semi-finis

Les résultats des analyses des produits semi-finis sont récapitulés dans le tableau IX.

Tableau IX : Résultats d'analyses d'échantillons des produits semi-finis

Point de prélèvement	Echantillon	pH	Taux MP%	Taux MG%	EST%
TLE (tank lait écrémé)	Lait écrémé	6,66	3,1	0,16	9,49
MPF(maturateur pâte fraîche)	lait pasteurisé		3,05	0,16	9,42
THC (Tank d'hydratation crème)	crème fraîche	6,23	2,4	22	59,1
TC (tank crème)	crème sucré	6,23	6	22	58,14
Sortie séparateur	caillé maigre	H+9: 5,72; H+12: 4,68; H+13: 4,56; H+14 (décaillage): 4,53	7,97		15,44
SPS (silo petit-suisse)	caillé gras	4,6	6,26	4,68	26,54

H : heures d'analyse du pH lors de la maturation dans les MPF (figure2).

- TLE

Le pH du lait dans le TLE a augmenté de 6,48 à 6,66 après la séparation de la crème. Selon Lamontagne et al (2002), les produits laitiers à haute teneur en matière grasses sont plus sensibles à la dégradation par les microorganismes lyopolitiques comme les levures et moisissures, en diminuant le pH.

La teneur en matière grasse dans le lait écrémé supérieur au seuil fixé par l'entreprise, qui est de 0,1%, cela est due au rendement du séparateur. Il a été rapporté que les particules en suspension dans le lait migrent vers la périphérie du bol de l'écumeuse et ont tendance à réduire la vitesse de séparation de la matière grasse (Boutonnier et Dunant., 1985).

Le taux de protéines a augmenté de 0,03% et cela est dû à l'élimination de la crème qui fait partie du poids total du lait dans le tank.

Le taux de l'extrait sec total a diminué de 1,79% et cela est dû à la même cause de l'augmentation du taux protéique. Le taux de l'extrait sec total (tableau IX) est supérieur à la fourchette du taux admissible qui est entre 8,75 et 9,25, cela est dû au taux élevé de la matière grasse retenue dans le lait après l'écémage.

- **MPF**

La teneur en matière protéique du lait pasteurisé révèle une dénaturation de l'ordre de 0,05% causée par la température de pasteurisation. Il a été rapporté que les composants les plus sensibles à l'action de la chaleur sont les protéines du lactosérum qui, pendant la pasteurisation, la concentration ou bien le séchage du lait, sont l'objet de dénaturations partielles ou même totales (Damicz et al., 1965).

Cette baisse a automatiquement réduit le taux de l'extrait sec total de 9,49% à 9,42%, contrairement au taux de matière grasse qui est resté stable à 0,16%. Dans ce cas, des corrections sont à porter par l'ajout de la poudre de lait.

- **THC**

On remarque que le pH de la crème fraîche (pasteurisée) est plus acide que le pH du lait maigre (6,23 contre 6,66). Jamotte (1967) a interprété cette diminution au développement de la lipolyse dans la crème.

- **TC**

La teneur en matière grasse de la crème sucrée n'a pas été affectée au cours de la pasteurisation de la crème fraîche. Le chauffage ne semble pas modifier la qualité des graisses quand la technique appliquée au lait est la pasteurisation courte, instantanée, la stérilisation ou le processus UHT (FAO et INPhO., 1998^b). La valeur obtenue par l'analyse est de 22% légèrement au-dessus de la fourchette admissible qui est entre 17,20 et 20,20%, cela peut être expliqué par un surplus de crème sucrée ajoutée lors de la standardisation de la crème fraîche dans le tank d'hydratation.

On constate aussi l'arrêt de l'acidification de la crème, le pH s'est stabilisé à 6,23. La lipolyse se développe uniquement dans les produits crus, non chauffés, non pasteurisés. Les lipases naturelles sont en effet détruites par un traitement thermique peu sévère, leur action est activée au maximum en milieu neutre ou peu acide tandis que les lipases bactériennes nécessitent un traitement thermique plus sévère (Jamotte., 1967).

L'analyse du taux de protéine révèle une conformité avec la norme qui est de 6 à 6,40% et cette valeur est obtenue après l'ajout de la poudre du lait à la crème qui avait un taux protéique faible de 2,4%.

Le taux de l'extrait sec total a baissé de 59,1 à 58,14%, cela est lié à l'ajout de l'eau pour la standardisation de la crème avec la poudre du lait. La valeur de l'EST qui est de 58,14 % est dans la fourchette admissible par Danone/Djurjura qui est entre 54,00 à 59,70%.

- **Sortie séparateur**

L'analyse du pH des échantillons issus de la sortie du séparateur indique une baisse progressive de 5,72 à 9h de maturation jusqu'à 4,53 au décaillage (Tableau IX) et atteint un pH de 4,6 dans le silo petit-suisse. L'acidification et la coagulation sont provoquées par l'action combinée des ferments et la présure. Il a été rapporté que l'agrégation se produit lorsque le point isoélectrique de la caséine ($\text{pH} \leq 4,9$) est approché. La fermentation maximale du gel se situe autour de 4,6 (Lucey., 2004).

La séparation du lactosérum s'accompagne d'une ségrégation des différents composants originels du lait: la plus grande partie de l'eau et du lactose ainsi qu'une petite fraction de la matière grasse et des protéines sont éliminées par le sérum; la plus grande partie des protéines et de la matière grasse est retenue par le coagulum, dont l'extrait sec croît progressivement à mesure de l'élimination du sérum (FAO et INPhO., 1998^b). Selon Jeantet et al (2008^b) plus l'égouttage du caillé est intense plus l'extrait sec recherché dans le fromage est élevé. De ce fait le taux de l'extrait sec a augmenté de 9,49% dans le lait écrémé à 15,44% à la sortie du séparateur, ce taux se trouve dans la fourchette admissible qui est entre 15 et 15,60%.

Le taux de protéines a augmenté de 3,1% dans le lait écrémé à 7,97% à la sortie du séparateur et d'après Remeuf et al (1991) cela est dû à la concentration des caséines du lait lors de la coagulation. Cette teneur en protéines est légèrement inférieure au seuil de conformité qui est entre 8,00 et 8,60%, l'erreur peut être corrigée en augmentant le débit de séparation.

- **SPS**

Le pH du caillé gras est resté à 4,6 après l'arrêt de l'activité du ferment par refroidissement à 4°C dans le silo petit-suisse.

Les teneurs en MG, TP et EST sont mesurées après l'injection de la crème sucrée et mélange avec le caillé maigre. En effet, le taux protéique obtenu par l'analyse est de 6,26%, valeur incluse dans la norme de Danone/Djurjura qui est comprise entre 6,00 et 6,40%. Pour le taux de matière grasse mesuré est de 4,68%, inférieur à la norme de Danone/Djurjura qui est comprise entre 4,90 et 5,24%. Cette teneur peut être corrigée par l'augmentation du débit d'injection de la crème sucrée jusqu'à 470 l/h (le débit d'injection de la crème sucrée est entre 450 et 470 l/h).

Le taux de l'extrait sec total mesuré est de 26,54%, valeur incluse dans la norme de Danone/Djurjura qui est comprise entre 24 et 28%.

III. Produit fini

III.1. Analyses microbiologiques

Les résultats d'analyse microbiologique du produit fini Danino à banane sont présentés dans le tableau X :

Tableau X : Résultats d'analyses microbiologiques du produit fini.

Analyse	Jour	Résultats	Norme de Danone/Djurjura
Coliformes	J	Absence	≤ 10 UFC/ml
Entérobactéries	J	Absence	< 10 UFC/ml
Levures et moisissures	J+1, J+3, J+10, J+32	Absence	Absence

A J+3, J+10 et J+32 les résultats sont caractérisés par l'absence de gonflement des pots

Tous les résultats microbiologiques sont conformes à la norme Danone/Djurjura, cela peut être justifié par l'efficacité du traitement thermique effectué (pasteurisation) et le respect des bonnes pratiques d'hygiène.

III.2. Suivi de produit fini

III.2.1 A la température de 25°C

III.2.1.1. Mesure du pH

Les résultats de la mesure de la variation du pH à 25°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 2 à 15) sont représentés dans la figure 2. Les valeurs du pH obtenues entre J+2 et J+15 sont de $4,18 \pm 0,01$ à J+2 et $3,68 \pm 0,01$ à J+15 avec

une variation linéaire négative ($R^2 = 0,778$). La variation peut être expliquée par le développement des bactéries lactiques qui fermentent le lactose, en produisant de l'acide lactique entre 20 à 40 °C (Lamontagne et al., 2002). En comparaison à la limite inférieure de l'entreprise qui est de 4,3, le produit fini a atteint une valeur inférieure à 4,18 à J+2.

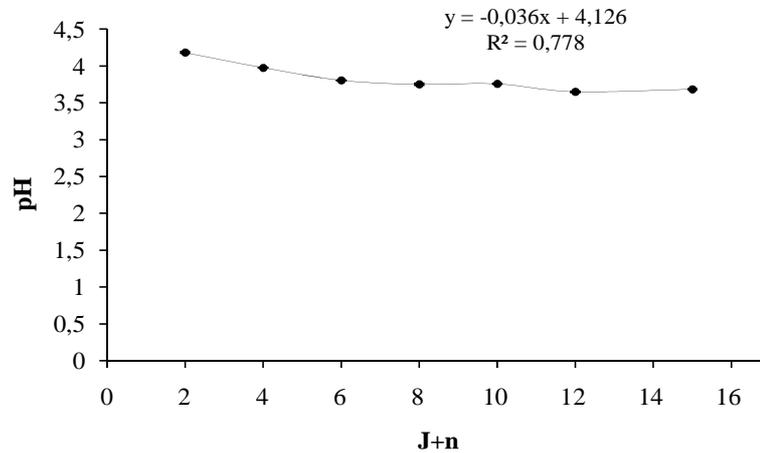


Figure 2: Variation du pH à 25°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).

III.2.1.2. Mesure de la viscosité

Les résultats de la mesure de la variation de la viscosité à 25°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 2 à 15) sont représentés dans la figure 3. En effet, la viscosité est en augmentation continue de J+2 avec $1792,6 \pm 10,18$ m.Pa. s à J+10 avec $2628,2 \pm 144,53$ m.Pa. s, par contre, la viscosité du produit fini a diminué de J+10 à J+15 ($2524,3 \pm 22,63$ m.Pa. s). Patel et Patel (2016) ont rapporté que les changements dans la structure des protéines et l'interaction protéine-protéine ainsi que les interactions des protéines avec d'autres composantes dans le système alimentaire renforcent les propriétés structurales et fonctionnelles (ex.: gélification, viscosité) des produits finaux. Les protéines peuvent interagir avec d'autres protéines ou d'autres composantes dans les systèmes alimentaires, telles que les glucides, les lipides et les minéraux. Ceci rend le système plus complexe, mais permet d'élaborer des produits avec une texture nouvelle. En outre, Kindstedt et al (2004) rapportent que les changements dans la distribution du calcium et la viscosité sont inversement proportionnels au pH du fromage. Patel et Patel (2016) ont rapporté aussi que la charge d'une molécule de protéine à un pH donné est importante car elle affecte la répulsion et interaction électrostatiques des protéines, en montrant que la diminution d'avantage du pH vers 3 provoque la répulsion des particules protéiques.

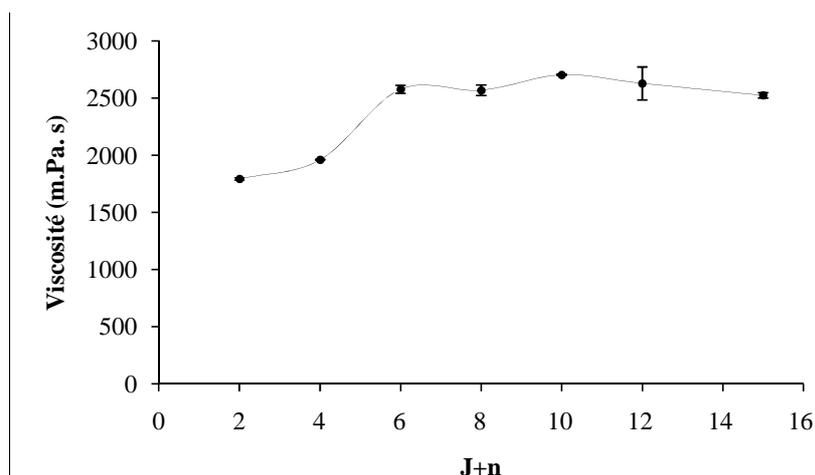


Figure 3: Variation de la viscosité à 25°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).

III.2.1.3. Mesure du brix

Les résultats de la mesure de la variation du brix à 25°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 2 à 15) sont représentés dans la figure 4. En effet, des valeurs sont stables au cours du suivi, autour de $20,51 \pm 0,17$ °B, ce qui montre la non dégradation du saccharose au cours de l'incubation.

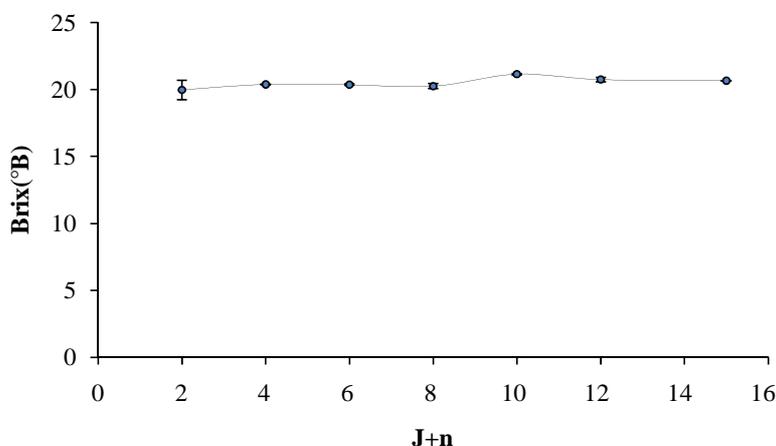


Figure 4: Variation du brix à 25°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).

III.2.2. la température de 10°C

III.2.2.1. Détermination de l'extrait sec total

Les résultats de la mesure de la variation de taux d'EST à 10°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 0 à 38) sont représentés dans la figure 5. Le produit Danino à banane montre que l'extrait sec total est resté stable de J avec 27,8% à J + 38 avec 27,42%, une fluctuation négligeable à J+30 avec 29,25%, qui peut être expliqué par

la présence de grumeaux dû à l'absence d'une bonne homogénéisation au cours de l'ajout de la poudre de lait ou à une déshydratation dans le pot analysé.

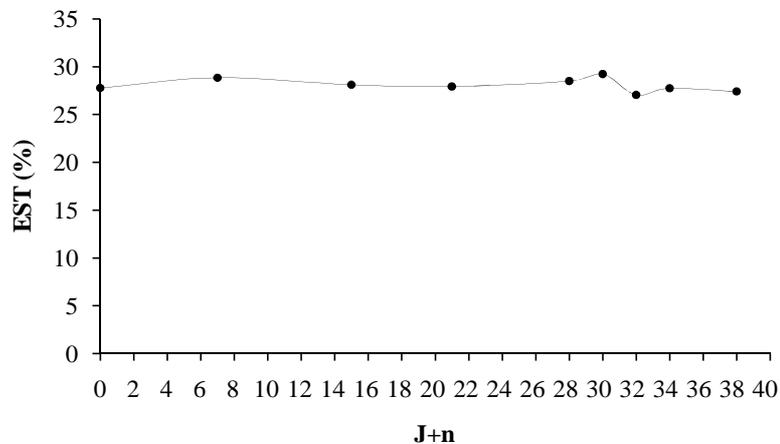


Figure 5: Variation du taux de EST à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 0-38 jours).

III.2.2.2. Mesure du pH

Les résultats de la mesure de la variation du pH à 10°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 1 à 38) sont représentés dans la figure 6. En effet, les valeurs du pH obtenues sont entre $4,66 \pm 0,015$ à J+1 et $3,92 \pm 0,02$ à J+38 avec une variation linéaire négative avec un $R^2=0,968$. En plus, la valeur à J+38 ($3,92 \pm 0,02$) est supérieure à celle obtenue à 25°C à J+6 ($3,81 \pm 0,00$). D'après [Weber \(1985\)](#) la croissance des bactéries lactiques, responsables de l'acidification, est fortement ralentie au voisinage de 10°C. [Sablayrolles et Salmon \(1993\)](#) ont rapporté que plusieurs souches cryotolérantes ont été sélectionnées, pour des fermentations à très basse température (10-12°C).

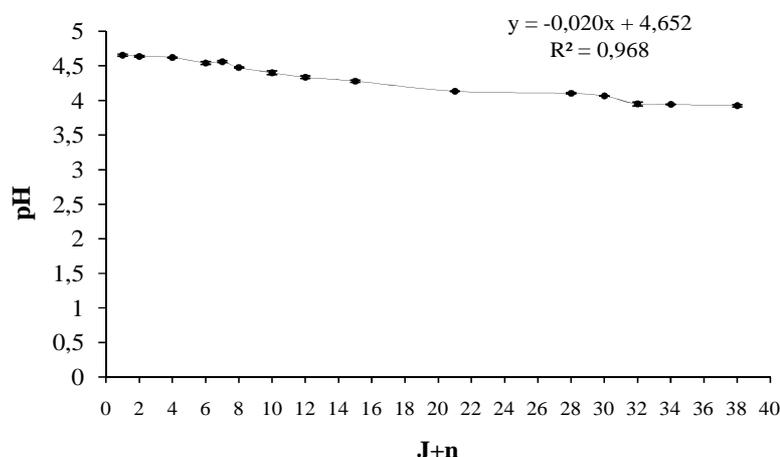


Figure 6: Variation du pH à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 1-38 jours).

III.2.2.3. Mesure de la viscosité

Les résultats de la mesure de la variation de la viscosité à 10°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 2 à 38) sont représentés dans la figure 7. Les valeurs obtenues de la viscosité entre J+1 et J+38 sont variable de $1639,85 \pm 35,57$ à $1732,45 \pm 137,53$ m.Pa. s, avec des valeurs maximales de $2219 \pm 7,07$ m.Pa. s à J+8 et de $2528,35 \pm 18,03$ m.Pa. s à J+30. D'après [Haythem-Riahi \(2006\)](#), la viscosité de la phase aqueuse est plus forte dans le fromage à cause de la présence de substances solubles. [Weber \(1985\)](#) a signalé que sous l'action de la réfrigération il se produit une cristallisation fractionnée de la matière grasse avec rétraction du globule, ce qui altère la membrane et permet la libération de la graisse liquide. Celle-ci se répand à la surface du globule sous forme de matière grasse dite "libre". La graisse exsudée fait perdre aux globules leur affinité pour l'huile, ils deviennent hydrophobes et tendent alors à s'agglomérer en granules et à se séparer rapidement de la phase aqueuse.

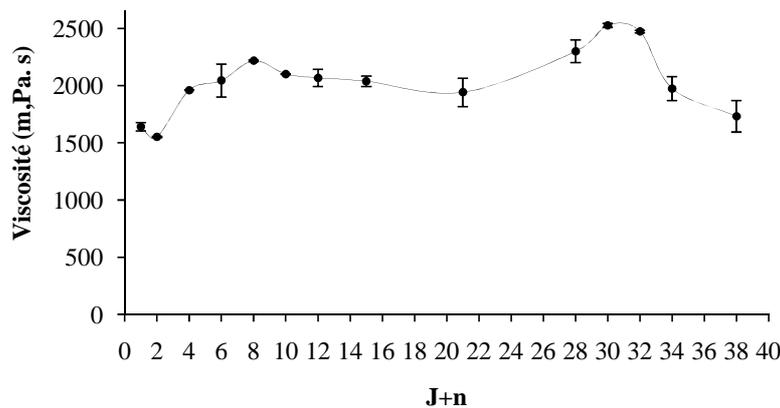


Figure 7: Variation de la viscosité à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 1-38 jours).

III.2.2.4. Mesure du brix

Les résultats de la mesure de la variation du brix à 10°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 1 à 38) sont représentés dans la figure 8. En effet, les valeurs sont stables au cours du suivi, autour d'une valeur moyenne de $19,59 \pm 0,46$ °B, ce qui justifie la non dégradation du saccharose au cours de l'incubation.

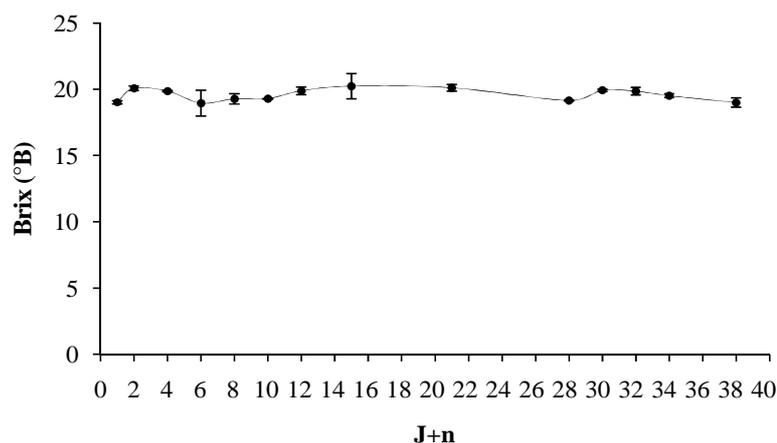


Figure 8: Variation du brix à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 38-1 jours).

III.2.2.5. Détermination du taux de protéines

Les résultats de la mesure de la variation du taux de protéine à 10°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (0 à 38) sont représentés dans la figure 9. Une légère diminution non significative du taux de protéine est observée de J à J+28 et à partir de J+30 à J+38. En outre, une valeur maximale a été enregistrée à J+30 avec la même allure que celle de l'extrait sec (figure 5), ce qui explique l'apport protéique dans l'extrait sec total du même pot analysé. Il a été rapporté que la diminution du taux de protéines peut être liée aux exoenzymes protéases des bactéries lactiques psychrotrophes thermoduriques qui résistent à la pasteurisation (Lamontagne et al., 2002).

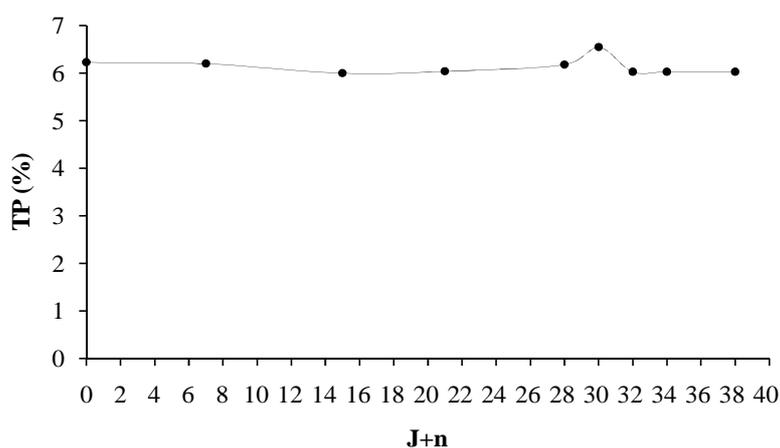


Figure 9: Variation du taux de protéines à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 0-38 jours).

III.2.2.6. Détermination du taux de matière grasse

Les résultats de la mesure de la variation de la matière grasse à 10°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 0 à 38) sont représentés dans la figure 10. On observe des fluctuations de taux de matière grasse de J à J+38 autour de $5,15 \pm 0,26$ %. En raison de ses caractéristiques, la matière grasse laitière est naturellement soumise à des instabilités physiques dont les principales sont le crémage, la floculation et la coalescence. Par ailleurs, la matière grasse laitière présente certaines spécificités telles que l'agglutination à froid et la coalescence partielle des globules gras qui s'observe sur une large gamme de température, couvrant les températures de stockage des produits laitiers (Croguennec et al., 2008). En outre, une dégradation de la matière grasse peut être justifiée par la sécrétion des exoenzymes lipases thermotolérantes des bactéries lactiques psychrotrophes (Lamontagne et al., 2002).

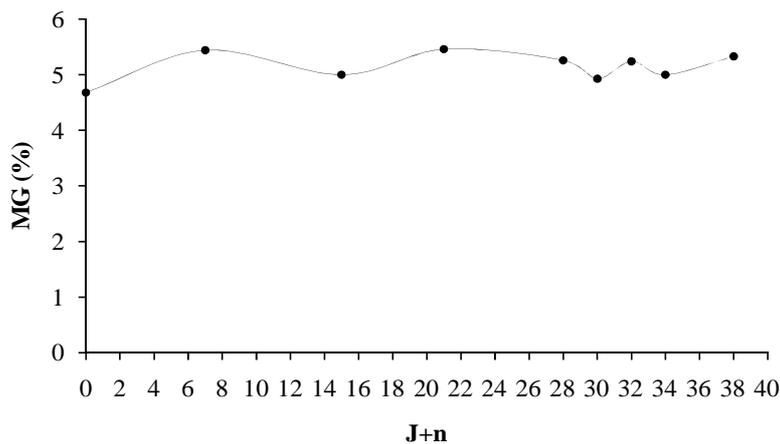


Figure 10 : Variation du taux de matière grasse à 10°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 0-38 jours).

III.2.3. A la température de 4°C

III.2.3.1. Mesure du pH

Les résultats de la mesure de la variation du pH à 4°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 2 à 15) sont représentés dans la figure 11. En effet, les valeurs sont restées stables au cours du suivi, autour de $4,63 \pm 0,026$, ce qui montre la non variation de l'activité acidifiante de la flore du fromage, plus précisément les ferments lactiques à 4°C au cours de l'incubation. D'après Weber (1985), la croissance des bactéries lactiques responsables de l'acidification est arrêtée à la température de 4°C.

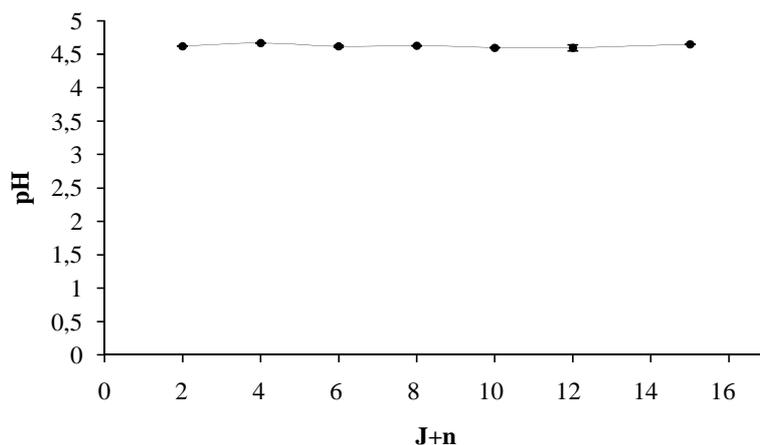


Figure 11 : Variation du pH à 4°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).

III.2.3.2. Mesure de la viscosité

Les résultats de la mesure de la variation de la viscosité à 4°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 2 à 15) sont représentés dans la figure 12. En effet, la viscosité est entre $1402,95 \pm 29,34$ à $1871,55 \pm 81,39$ m.Pa. s de J+2 à J+15 avec une valeur maximale de $2161,5 \pm 31,82$ mPa. s à J+8.

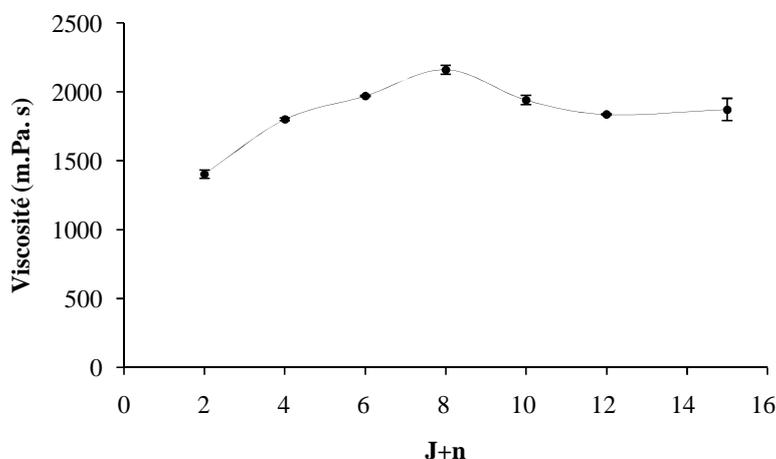


Figure 12: Variation de la viscosité à 4°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).

III.2.3.3. Mesure du brix

Les résultats de la mesure de la variation du brix à 4°C pour le produit Danino à banane après la production (J) plus n jours (de 2 à 15) sont représentés dans la figure 13. En effet, des valeurs sont stables au cours du suivi, autour de $20,025 \pm 0,28$ °B, ce qui montre la non dégradation du saccharose au cours de l'incubation.

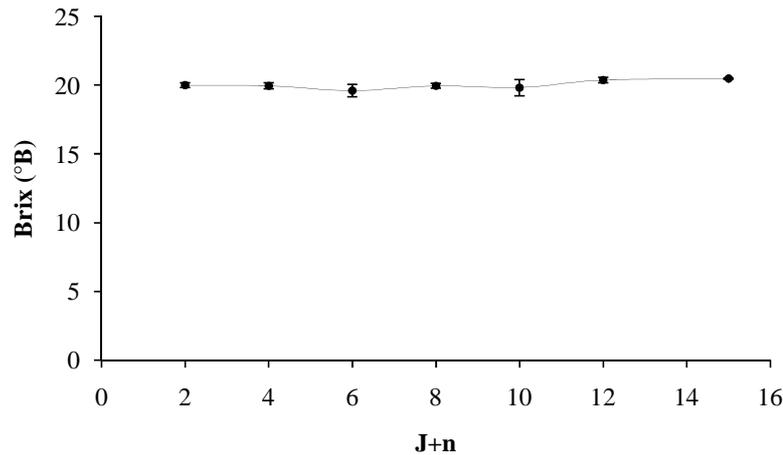


Figure 13: Variation du brix à 4°C en fonction de J+n (J= jours de fabrication, n= 2-15 jours).

III.2.4. Comparaison du suivi du pH, viscosité et le brix à 4, 10 et 25°C

La figure 14 montre une comparaison de la variation du pH, du brix et de la viscosité en fonction des températures (4, 10 et 25°C). On effectue, le taux du brix ne varie pas en fonction de température (4, 10 et 25°C) pendant les 15 jours du suivi (figure 14 C). Par contre, le pH et la viscosité varient considérablement en fonction de la température, en montrant que le pH est inversement proportionnel à la température contrairement à la viscosité (figure 14 A et B). La variation montre une relation inversement proportionnelle entre le pH et la viscosité, c'est-à-dire lorsque le pH diminue, la viscosité augmente.

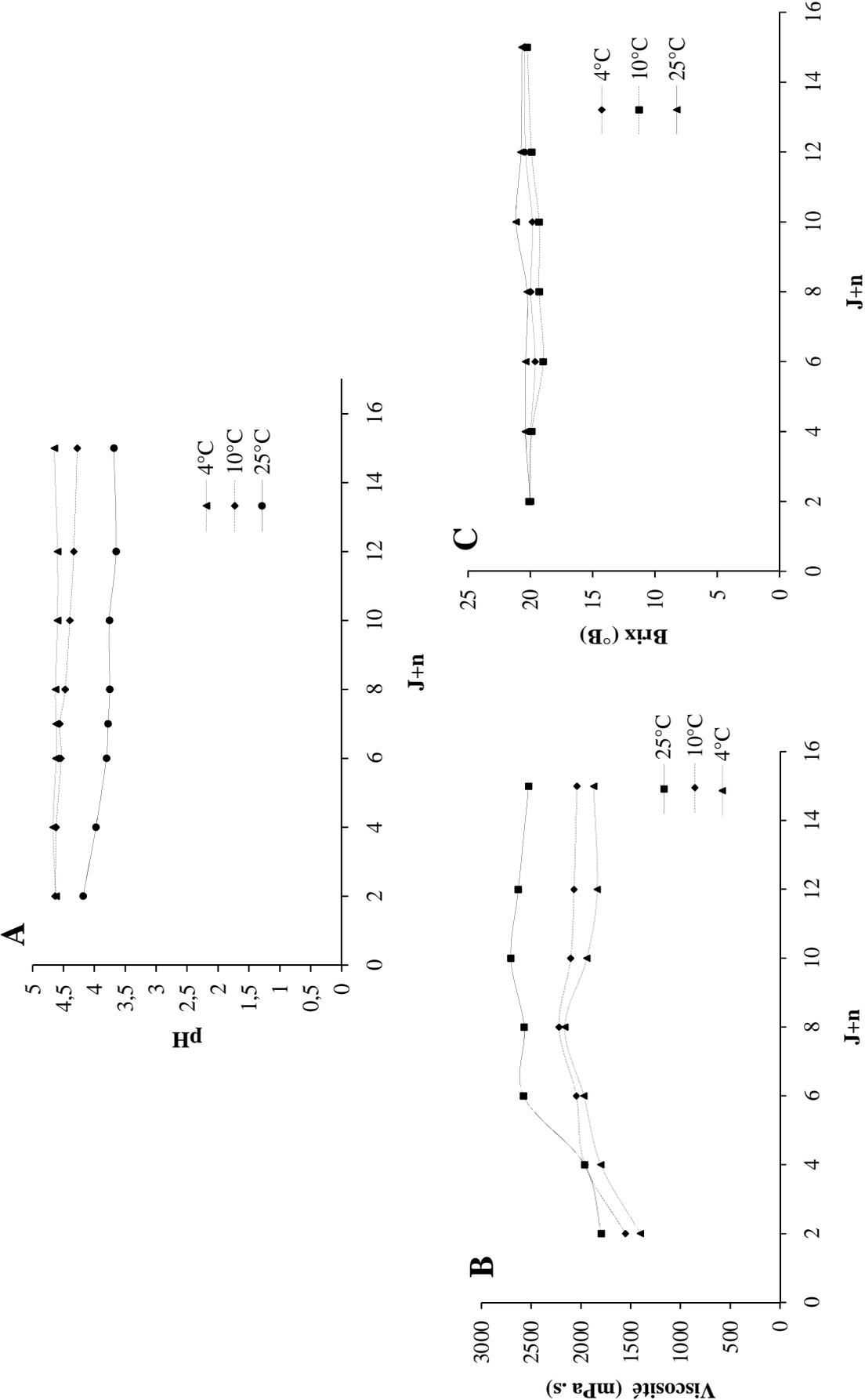


Figure 14 : Comparaison de la variation à 4, 10 et 25°C, A) : du pH, B) : de la viscosité et C) : du brix.

Conclusion

Conclusion

Le présent travail a été réalisé au niveau de l'entreprise Danone/Djudjura dans le cadre de la fabrication du fromage frais Danino à banane, par des analyses physico-chimiques (lait cru à la réception et dans le tank, les produits semi-finis et le produit fini) et microbiologiques (lait cru et le produit fini).

Les résultats obtenus pour le lait cru à la réception concernant la température, les tests antibiotiques (Béta-star et Delvotest), l'acidité Dornic, le pH, les tests alcool (68,72 et 80°), le point de congélation, le taux de protéines, de matière grasse et les analyses microbiologiques sont conformes aux normes. En outre, toutes les analyses du lait dans le tank répondent aux normes.

Pour les analyses physicochimiques des produits semi-finis qui ont pour objectif la correction en cas de défaut, les résultats obtenus dans le TLE (pH, matière grasse, taux de protéines et d'extrait sec total) sont conformes aux normes. Celles obtenus dans les MPF pour le taux de matières protéiques, extrait sec total sont légèrement modifié par la pasteurisation, mais la matière grasse reste stable. Dans le cas de THC, le pH de la crème fraîche (pasteurisée ou sucrée) est légèrement inférieur à celui du lait écrémé. Pour le produit semi-fini dans le TC, les résultats obtenus sont caractérisés par un pH stable, un taux de protéines et un extrait sec total conformes à la norme, et une teneur en matière grasse légèrement au-dessus de la fourchette admissible. Pour le produit semi-fini à la sortie du séparateur, les valeurs du pH présentent une baisse jusqu'à 4,53, l'extrait sec total conforme à la norme et une teneur en protéines légèrement inférieure au seuil de la conformité. En fin, le produit semi-fini au niveau du silo petit-suisse est caractérisé par un pH de 4,6, un taux protéique et un extrait sec total conformes à la norme, et un taux de matière grasse inférieur à la norme.

Pour le produit fini, les résultats microbiologiques sont conformes à la norme. Le suivi de la cinétique de l'extrait sec total, taux de protéines et de matière grasse à 10°C a montré des valeurs stables avec de légères fluctuations. Pour le suivi des autres paramètres à des températures de 4, 10 et 25°C, les résultats obtenus montrent une viscosité avec une influence inversement proportionnel au pH et indépendante du brix qui est stable.

La conformité des analyses physicochimiques et microbiologiques est liée à la maîtrise des paramètres technologiques et des règles d'hygiène stricte durant toutes les étapes de fabrication.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

Abi-Azar, R., 2007. Complexation des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier : propriétés technologiques des coagulums obtenus, Agroparistech Ecole doctorale abies. Agroparistechécole doctorale Abies. Thèse de doctorat.

Aissaoui-Zitoun, O., 2014. Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Bouhezza », Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires I.N.A.T.A-A. Thèse de doctorat.

Amellal, R., 1995. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance, in : Allaya, M. (Ed.), Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000, CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 14, Montpellier. pp. 229-237.

Anonyme 1. The chemistry of milk. <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/chemistry-milk>. Consulté le 20/04/2018.

Anonyme 2. CHEESE. <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/cheese>. Consulté le : 25/04/2018.

Anonyme 3. Qu'est-ce qu'un dessiccateur et comment fonctionne-t-il ? <https://www.mt.com/be/fr/home/library/FAQ/laboratory-weighing/what-is-a-moisture-analyzer.html>. Consulté le 05/06/2018.

-B-

Bachtarzi, N., Amourach, L et Dehkal, G., 2015. Quality of raw milk for the manufacture of a Camembert -type soft cheese in a dairy of Constantine (eastern Algeria).

Bazinet, L., Pouliot, Y et Castaigne, F., 2002. Opérations unitaires, science et technologie du lait, Fondation de technologie laitière du Québec In : Vignola, C.I. (Ed.), revue internationale polytechnique, pp. 153-275.

Beau, M., 1941. La caséine et la présure, Le Lait, revue générale de la question laitière, INRA Editions, 1941, 21 (204_205_206), pp. 113-137.

Benyahia, F.A., 2013. Extraction de la pepsine et utilisation dans la coagulation du lait en vue d'une valorisation des proventricules de volailles au profit de la filière lait en Algérie, Institut de la nutrition de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires I.N.A.T.A-A. Thèse de doctorat.

Billon, J et Tao, S.H., 1979. Détection des antibiotiques dans le lait, Identification et dosage par la méthode électrophorétique. Le Lait, INRA, pp. 361-375.

Boubchir-Ladj, K., 2014. Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie soummam d'akbou. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Mémoire de magister.

Bouton, Y., Grappin, R. 1995. Comparaison de la qualité de fromages à pâte pressée cuite fabriqués à partir de lait cru ou microfiltré. *Le Lait*, INRA Editions. 75 (1) pp. 31-44.

Boutonnier, J.L et Dunant, C., 1985. Crèmes, beurres et autres produits issus de la matière grasse, in: François, M.L. (Ed.), lait et produits laitiers 2 : vache. Brebis. Chèvre. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, pp. 443-502.

Brisabois, A., Lafarge, V., Brouillaud, A., De-Buyser, M. L., Collette, C., Garin-Bastuji, B et Thorel, M.F., 1997. Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe, *Rev. sci. tech. . Off. Int. Epiz.* 16 (1) pp. 452-466.

-C-

Chatellier, V., Lelyon, B., Perrot, C et You, G., 2013. Le secteur laitier français à la croisée des chemins, in : Favardin, P., Leroux, C., Baumont, R. (Eds.), la vache et le lait. INRA productions animales. Volume 26 numéro 2, pp. 77-100.

Chevalier, P., INSPQ., DSP et MDDELCC., 2017. Coliformes totaux. Institut national de santé publique Québec. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), des directions de santé publique du Québec (DSP) et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/coliformes-totaux>. Consulté le 22/05 2018.

Chilliard, Y et Lamberet G., 1984. La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variation, signification pratique. *Le Lait*, INRA Editions, 1984, 64 (645_646), pp.544-578.

Cholet, O., 2006. Etude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire, Institut national agronomique Paris-Grignon, Ecole Doctorale ABIES : UMR de Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires INRA / INA P-G. Thèse de doctorat.

CODEX., 2011^c, 2011. Lait et produits laitiers, Normes CODEX pour les produits à base de matières grasses laitières, CODEX STAN 280-1973, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS), Rome. pp. 40-42.

CODEX., 2011^b, 2011. Laits en produits et la crème en poudre, CODEX STAN 207-1999, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS), Rome, pp. 1-5.

CODEX., 2011^a. Normes générales CODEX pour l'utilisation de termes de laiterie, CODEX STAN 206-1999, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS), Rome. pp 187-190.

Croguennec, T., Jeantet, R et Brulé, G., 2008. La matière grasse laitière, Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Lavoisier, pp 45-76.

-D-

Damicz, W., Budslawski, J et Pogorzelski, K., 1965. Influence du traitement thermique du lait sur la dénaturation des protéines du lactosérum. *Le Lait*, INRA Editions, 1965, 45 (447), pp. 379-386.

Daudin, J.J., 1995. Les aspects statistiques du contrôle de la qualité : panorama du champ et nouveaux outils, in: Nicolas, F et Valceschini, E (Eds.), *Agro-alimentaire : une économie de la qualité*, INRA ed. Quae, pp. 413-428.

Desobry-Banon, S., 1991. Modification de la structure des micelles de caséine lors de l'acidification du lait par hydrolyse de Glucono-Delta-Lactone, Institut National Polytechnique de Lorraine. Thèse de doctorat.

DILA., 2012. Exemples d'études HACCP par famille, Guide de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP pour la collecte du lait cru et les fabrications de produits laitiers, Collecte de lait cru et fabrication de produits laitiers, Direction de l'information légale et administrative (DILA), Les éditions des Journaux officiels de la république française. N° 5957, pp. 197-318.

Dillon, J.C., 1987. Le fromage dans l'alimentation, Le produit dénommé fromage, Le fromage, TEC & DOC, Lavoisier, pp. 496-509.

Duteurtre., 1998. Compétitivité prix et hors-prix sur le marché des produits laitiers d'Addis-Abeba (Ethiopie), école nationale supérieure agronomique de Montpellier (Ensa.M). Thèse de doctorat.

-E-

ECK, A., 1987. Avant-propos, Le fromage, TEC & DOC, Lavoisier, pp. VII-VIII.

Etievant, A et Delolme, X., 2011. Formulation des préparations de fruits, Procédés chimie - bio - agro | Agroalimentaire.Techniques de l'Ingénieur, F6290, pp.1-11.

-F-

FAO et INPhO., 1998^a. Produits laitiers : consommation, technologie et microbiologie, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, N°28, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Information Network on Post-harvest-Operations (INPhO). www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F09.htm. Consulté le 21/05/2018.

FAO et INPhO., 1998^b. Matière grasse, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, N°28, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Information Network on Post-harvest-Operations (INPhO). www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F0i.htm Consulté le 21/05/2018.

FAO et INPhO., 1998^c. Valeur nutritionnelle du beurre, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, N°28, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Information Network on Post-harvest- Operations (INPhO). www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F0j.htm Consulté le 21/05/2018.

FAO et INPhO., 1998^D. Fromages, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, N°28, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Information Network on Post-harvest- Operations (INPhO). www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F0f.htm. Consulté le 26/04/2018.

FAO., 1995. Laits d'animaux laitiers, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, N°28, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. pp. 37-84.

FAO/OMS., 1986. Comité de mixte FAO/OMS d'experts gouvernementaux sur le code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Rapport de la vingt et unième session. Rome. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires.

Foss., 2013. FoodScanTM for dairy, pp. 1-6.

Fox, P.F et McSweeney, P.L.H., 2004. Cheese: an overview, in: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. (Eds.), Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology. Elsevier, pp. 1-18.

Fox, P.F., Uniacke-low, T., Mcsweeney, P.L.H et O'mahony, J.A., 2015. Production and Utilization of Milk, Dairy Chemistry and Biochemistry, 2ème édition, Springer, pp. 1-20.

Freiss, J., 2009. Evolution de la qualité de lait lors de l'installation d'un robot de traite : Description et facteur de variation. Ecole nationale vétérinaire de Nantes. Thèse de doctorat.

FSSAI., 2012. Manual of analysis of foods milk and milk product. milk and milk products standards authority of india. Food safety and ministry of health and family welfare government of india (FSSAI). New Delhi, pp. 1-202.

-G-

Germonville, A., 2003. Agents coagulants, Procédés chimie-bio-agro | Agroalimentaire. Techniques de l'ingénieur F4700, pp. 1-11.

Goudéranche, H., Camier-Caudron, B., Gassi, J.Y et Schuck, P., 2001. Procédés de transformation fromagère (partie 1). Techniques de l'Ingénieur. F 6 305, pp 1-15.

Grosseron., 2018. beta Star, Beta-starS, antibiotique dans le lait (détection), Matériel & consommable, Equipements, consommables, réactifs pour laboratoires. https://www.grosseron.com/beta-star-beta-star-combo_48-747-1-1338-1-13946.html Consulté le 30 /05/2018.

-H-

Hamiroune, M., Berber, A et Boubekeur, S., 2014. Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique, Ann. Méd. Vét, 158 pp.137-144.

Haythem-Riahi, M., 2006. Modélisation de phénomènes microbiologiques, biochimiques et physicochimiques intervenant lors de l'affinage d'un fromage de type pâte molle croûte lavée. Life Sciences [q-bio]. INAPG (AgroParisTech). pp. 1-149.

Hurtaud, C., Buchin, S., Martin, B., Verdier-Metz, I., Peyraud, J.L et Noel, Y., 2001. La qualité des laits et ses conséquences sur la qualité des produits de transformation : quelques techniques de mesure dans les essais zootechnique, INM-ENSAR, UMR Production du Lait, 35590 Saint-Gille. 8, pp. 35-42.

-I-

Ilboudo, A.J., Savadogo, A., Seydi, M.G et Traore, A.S., 2012. Place de la matière azotée dans le mécanisme de la coagulation présure du lait, Université de Ouagadougou, Centre de Recherche en Sciences Biologiques Alimentaires et Nutritionnelles, International journal of biological and chemical sciences, pp. 6076-6083.

Isengard, H.D., 2002. Méthodes de détermination de la teneur en eau dans les produits riches en sucre. Institut de technologie alimentaire Stuttgart, Université de Hohenheim, Allemagne. <https://www.sucre-info.com/content/uploads/2002/01/isengard.pdf>. Consulté le 14/05/2018.

ISO 7218 / A1: 2013 - Microbiologie des aliments - Exigences générales et directives pour les examens microbiologiques - Amendement 1.

ISO/TS 26844:2006 (IDF/RM 215:2006). Milk and milk products -- Determination of antimicrobial residues -- Tube diffusion test.

-J-

Jamotte, P., 1967. Dégradation de la matière grasse par lipolyse. Le Lait, INRA Editions, 47 (461_462), pp. 25-42.

Jeanet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P et Brulé, G., 2008^a. Laits de consommation. Les produits laitiers, 2^{ème} édition, TEC & DOC, Lavoisier, pp. 1-21.

Jeanet, R., Groguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P et Brulé, G., 2008^b, Fromage, Les produits laitiers, 2^{ème} édition, TEC & DOC, Lavoisier, pp. 37-54.

-K-

Karsten, A., 1937. La mesure du ph au service du lait et des produits laitiers. Applications nouvelle en Allemagne. Le Lait, INRA Editions, pp. 918-927.

Kindstedt, P., Carić, M et Milanović, S., 2004. Pasta-Filata Cheeses in: F. Fox, P., McSweeney, P.L.H., Cogan, T. M et Guinee, T.P (Eds.), Cheese Chemistry, Physics and Microbiology, 3 ed. Elsevier, pp. 251-278.

-L-

Lamontagne, M., Champagne, C.P., reitz-Ausseau, J., moineau, S., Gardner, N., Lamoureux, M., Jean, J et Fliss, I., 2002. Microbiologie du lait, in :Vignola, C.L.(Ed.), Science et technologie du lait,Fondation de technologie laitière du Québec. Presses inter Polytechnique, pp. 75-146.

Lucey, J.A., 2004. Formation, Structural Properties and Rheology of Acid-coagulated Milk Gels, in: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M et Guinee, T.P (Eds.), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: General Aspects, 3 ed. Elsevier Science, pp. 105-119.

-M-

Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., 2000^a. Egouttage du coagulum, Initiation à la technologie fromagère, TEC & DOC, Lavoisier, pp. 77-99.

Mahaut, M., Jeantet, R et Brulé, G., 2000^b. Généralités sur la technologie fromagère, Initiation à la technologie fromagère, TEC&DOC, Lavoisier, pp. 23-31.

Marshall, R.T., 2008. Laboratory Analysis of Fermented Milks, in: Chandan, R. C., White, C. H., Kilara, A et Hui, Y. H. (Eds.), Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Wiley, pp. 1-17.

Martin, B et Coulon, J., 1994. Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. Influence des facteurs de production sur l'aptitude à la coagulation des laits de troupeaux. Le Lait, INRA Editions, pp. 61-80.

Maurer, K., 1996. Étude rhéologique et texturale de dispersions alimentaires, institut national polytechnique de Lorraine, école nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires. Thèse de doctorat.

Méheust, D., 2012. Exposition aux moisissures en environnement intérieur : méthodes de mesure et impacts sur la santé. Santé publique et épidémiologie. Université Rennes. Thèse de doctorat.

Meribai, A., Ouarkoub, M et Bensoltane, A., 2016. La problématique de la production et d'importation du lait en Algérie : état des lieux, aspects déficitaires et perspectives, Journal of new sciences. Volume 35 numéro 7, pp. 1986-1991.

Metro, F., Desmazeaud, M. J., Cerf, O., 1979. Facteurs influant sur la validité de l'épreuve à l'alcool utilisée pour la sélection des laits stables à la chaleur. INRA, pp. 431-448.

Michel, J.C.M., Pouliot, M et Richard, J., 2002. Lait de consommation, science et technologie du lait, Fondation de technologie laitière du Québec Inc, Vignola, C.I. (Ed.), revue internationale polytechnique, pp. 277-318.

Mourgues, R., Vassal, L., Auclair, J., Mocquot, G et Vandeweghe, J., 1977. Origine et développement des bactéries coliformes dans les fromages à pâte molle. Le Lait, INRA Editions, pp. 131-149.

-N-

Nko-Sadi-Biatcho, D., 2006. Appréciation de la mise en œuvre de l'hygiène dans une laiterie artisanale de Dakar « le dirfel » : de la récolte du lait à sa transformation en lait caillé dit « SOW PUR », Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaires (E.I.S.M.V.), Université Cheikh AntaDiop de Dakar. Thèse de doctorat.

-P-

PAS., 2005. La qualité du lait et des produits laitiers. Portail agroalimentaire du Sénégal (PAS). <http://www.agroalimentaire.sn/3-qualite-du-lait-et-produits-laitiers/> Consulté le : 06/05/2018.

Patel, H et Patel, S., 2016. Comprendre le Rôle des Protéines Laitières dans la Performance des Ingrédients et des Produits. Université d'Etat du Dakota du Sud.

Pierre, A., 1985. Etude de la stabilité du lait à l'alcool, Solubilité du phosphate et du calcium du lait en présence d'alcool, Le Lait. INRA, pp.201-212.

Pointurier, H., Mietton, B., Devoyod, J. J, Millet, L., Belliard, S.N, Meyer-Caron, H., Brassier, C., Tracard, H., Chamba, J.F., Cretin-Maintenaz, P et Dr Uhlmann., 1985. Les fromages, in : M.Luquet, F.(Ed.), Laits et produits laitiers 2 : vache. Brebis. Chèvre, les produits laitiers transformation et technologies, TEC & DOC, Lavoisier, pp. 95-262.

Pradal, M., 2012. La production laitière caprine, La transformation fromagère caprine fermière. Lavoisier, pp 1-30.

-R-

Rabha, B., 2012. *Streptococcus thermophilus* : Isolement et recherche systématique de souches indigènes productrices, Faculté des sciences. Université d'Oran Es-sénia. Université d'oran Es-Sénia. Thèse de doctorat.

Ramet, J. P., 1997. L'égouttage du coagulum, in : ECK, A., Gillis, J.C (Eds.), Le fromage : de la science à l'assurance qualité 3^{ème} édition. TEC & DOC, Lavoisier, pp. 42-60.

Ramet, J. P., 1985. La matière Première-Lait, La fromagerie et les variétés de fromages dans le bassin Méditerranéen, Etude FAO production et santé animales 48, organisation des nations

unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. pp 9-23.
<http://www.fao.org/docrep/004/X6551F/X6551F00.htm#TOC> Consulté le : 25/05/2018.

Remeuf, F., Cossin, V., Dervin, C., Lenoir, J et Tomassone, R. Relations entre les caractères physicochimiques des laits et leur aptitude fromagère. Le Lait, INRA Editions, 1991, 71 (4), pp. 397-421.

Robert, L et Bradley, J., 2010. Moisture and total solids analysis, compositional analysis of foods, In : Suzanne-Nielsen, S. (Ed.), Food Analysis, fourth edition. Springer, pp. 85-103.

Ronez, F., 2012. Exploration fonctionnelle et valorisation industrielle de la protéine de choc thermique bactérienne Lo18, École doctorale Environnements, Santé (Dijon). Thèse de doctorat. <https://www.youlab.fr/blog/ressources-scientifiques-bibliographie/le-lait-et-sa-coagulation/> consulté le 18/05/2018.

-S-

Sablayrolles, J. M et Salmon, J.M., 1993. Déroulement et contrôle de la fermentation, INRA, Montpellier.

Shemaa, M. A et Reyam, N. A., 2016. Basic configuration of determination of Fat, Protein, Lactose and TS, SNF in infant formula milk powder by using MilkoScan FT120, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 7, Issue 3, ISSN 2229-5518 pp. 950-958.

Shitandi, A., Oketch , A et Mahungu, S., 2006. Evaluation of a Bacillus stearothermophilus tube test as a screening tool for anticoccidial residues in poultry. J. V et. Sci. 2, pp.177-180.

Simbeli, K., Gillis, J. C et Gallacier, J. P., 2013. Filière lait et fromage, in : Multon, J. L., Temple, H., Viruéga, J.L. (Eds.), Traité pratique de droit alimentaire français, européen et international. TEC & DOC, Lavoisier, pp. 849-946.

Singh, H., McCarthy, O.J et Lucey, J.A., 1997. Physico-Chemical properties of milk, In : Fox, P. F.(Ed.), Advanced dairy chemistry volume 3 Lactose, water, salts and vitamins, second edition, Springer-Science+Business Media, B.V, pp. 469-511.

Snappe, J. J., Lepoudere, A et Sredzinski, N., 2010. Protéines laitières, techniques de l'ingénieur. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/additifs-et-adjuvants-alimentaires-42426210/proteines-laitieres-f4820/> .Consulté le : 10/06/2018.

Stanley, F., Lo., D.A.B.C.C., F.A.C.D., 2012. Principles of basic techniques and laboratory safety, in: Carl A. Burtis, EdwardR. Ashwood, M D and Davide E. Bruns (Eds.), Dtietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics, Elsevier, pp. 207-232.

S-t-Gelais, D et Tirard-Collet, P., 2002. Fromage, in : Vignola, C.I. (Ed.), Fondation de technologie laitière du Québec inc, Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses internationales Polytechnique, pp. 349-412.

Syndafrais., 2018. Produits, fromages blancs. Syndicat National des Fabricants de Produits Laitiers Frais. <http://www.syndifrais.com/produits-fromages-blancs-fabrication.html>
Consulté le : 11/04/2018.

-T-

Talantikite-Kellil, S., 2014. Purification et caractérisation d'une enzyme coagulante d'origine microbienne pour application en fromagerie, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université M'hamedBougara-Boumerdes. Thèse de doctorat.

Thomas, M. E. C., 2004. Influence de l'activité de l'eau sur les interactions lactose / β -lactoglobuline de poudres laitières modèles lyophilisées. Institut national polytechnique de Lorraine, école nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires, laboratoire de physico-chimie et génie alimentaires. Thèse de doctorat.

Thomas, P. F., 2006. Précis de physique-chimie : pH cours et exercices. Edition Bréal.

-U-

UNBS., 2013. Raw goat milk –Specification, draft Uganda standard first edition. Uganda National Bureau of Standards (UNBS). DUS 1548, pp. 1-17.

-V-

Varnam, A.H etSutherland, J. P., 1994. Introduction, Milk and milk products, technology, chemistry and microbiology, Springer-science+business media, b.v, pp. 1-33.

-W-

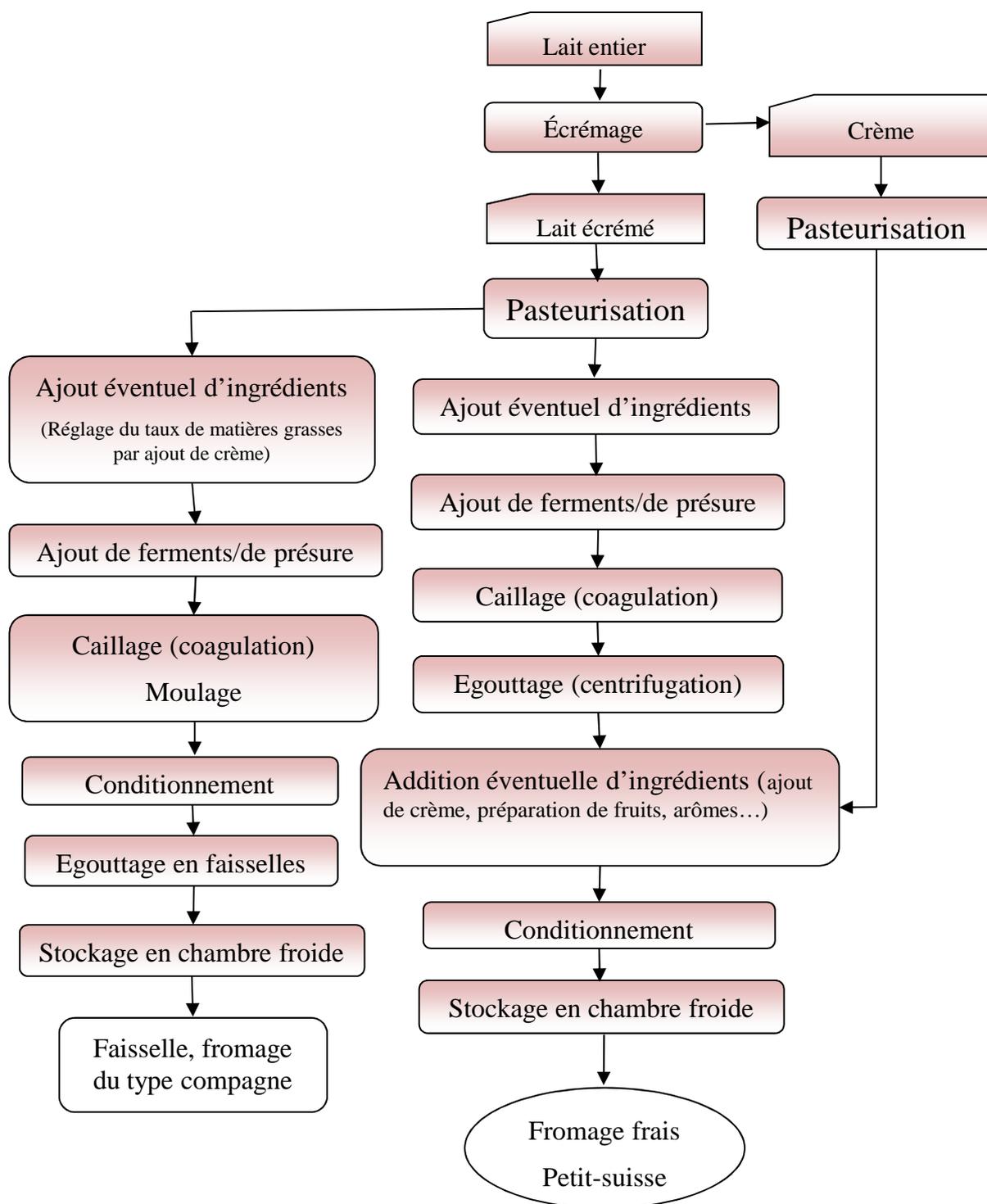
Weber, F., 1985. Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports, Étude FAO production et santé animales 47, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. pp. 7-209.

Wright, T., 2011. Ontario, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, et des affaires rurales. Les moisissures et les mycotoxines- effets des aliments moisiss et des mycotoxines sur le bétail. Effet des moisissures.

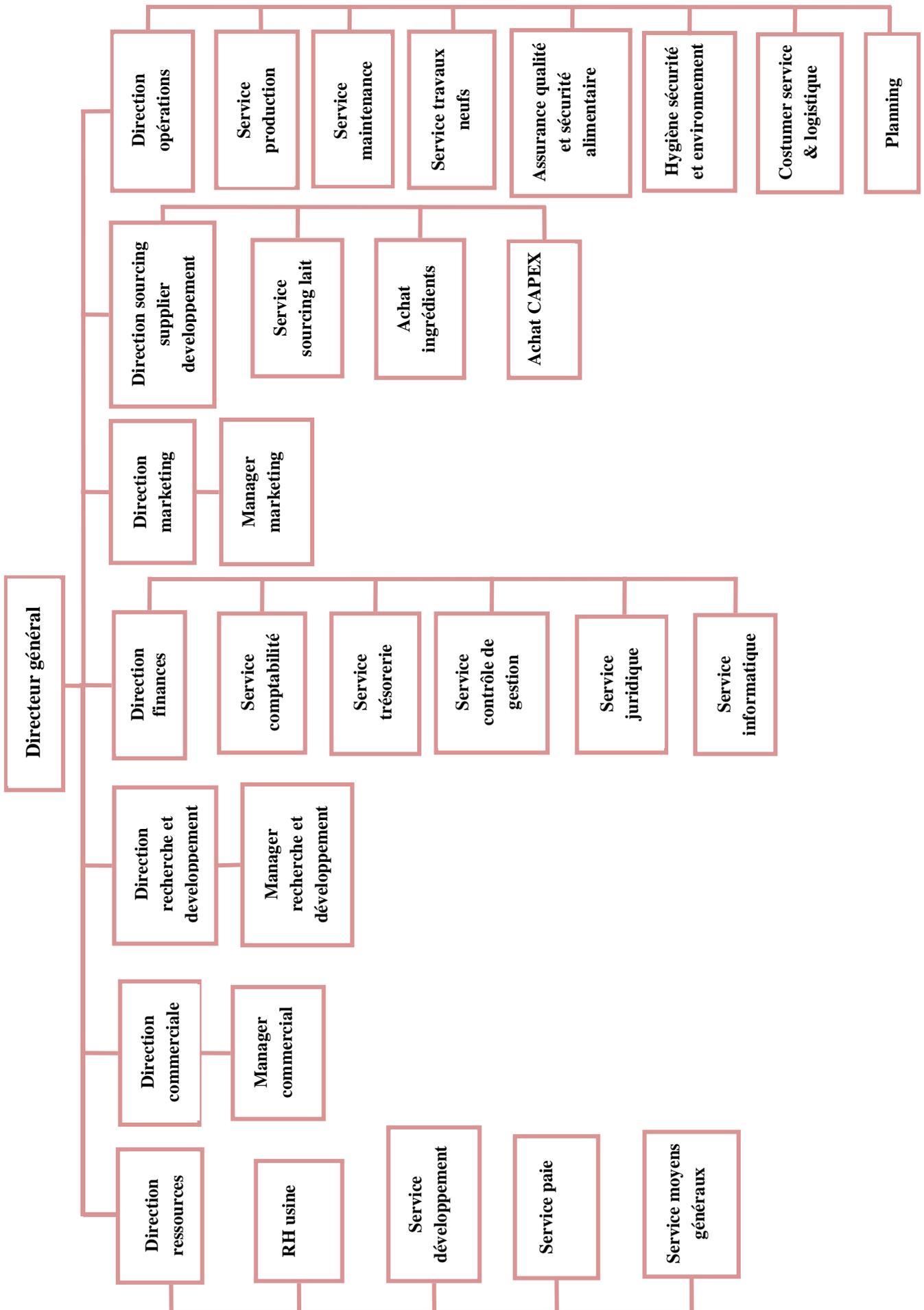
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/herd/food/mico2.htm #moisissures>.

Consulté le 22/05/2018.

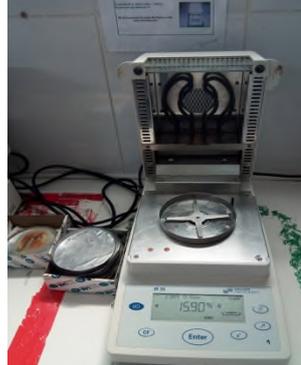
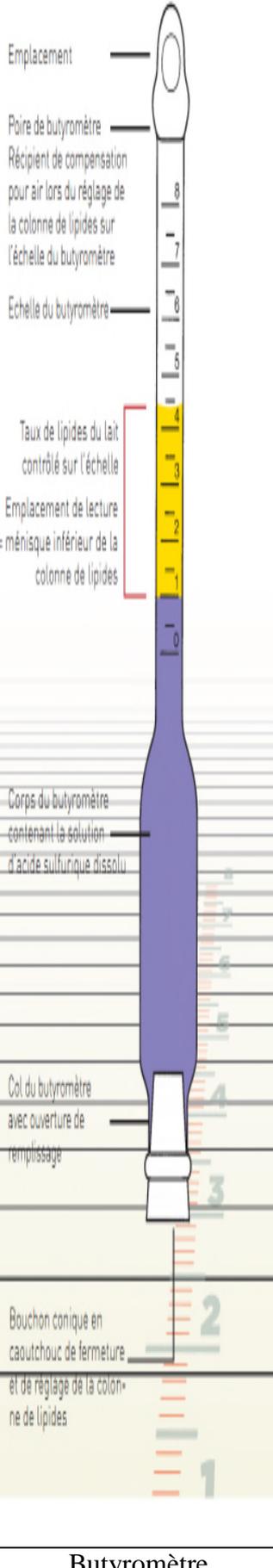
Annexes

Annexe 1 : Etapes de fabrication du fromage frais (Syndaifrais., 2018).

Annexe 2 : Organigramme de l'unité Danone Djurdjura Algérie



Annexe 4 : appareils d'analyses physicochimiques

			 <p>Emplacement</p> <p>Poire de butyromètre</p> <p>Récipient de compensation pour air lors du réglage de la colonne de lipides sur l'échelle du butyromètre</p> <p>Echelle du butyromètre</p> <p>Taux de lipides du lait contrôlé sur l'échelle</p> <p>Emplacement de lecture = ménisque inférieur de la colonne de lipides</p> <p>Corps du butyromètre contenant la solution d'acide sulfurique dissolu</p> <p>Col du butyromètre avec ouverture de remplissage</p> <p>Bouchon conique en caoutchouc de fermeture et de réglage de la colonne de lipides</p>
<p>PH-mètre</p>	<p>Réfractomètre</p>	<p>Dessiccateur infrarouge</p>	
			
<p>FoodScan</p>	<p>Viscosimètre</p>		
			
<p>FT120</p>	<p>Acidomètre</p>	<p>Cryoscope</p>	
			
<p>Centrifugeuse</p>	<p>Incubateur Delvo-test</p>	<p>Incubateur beta-star</p>	<p>Butyromètre</p>

Résumé

La présente étude est caractérisées par des analyses physico-chimiques (lait cru à la réception et dans le tank, les produits semi-finis et le produit fini (fromage frais Danino à banane) et microbiologiques (lait cru, lait dans le tank et le produit fini). En effet, les résultats obtenus pour le lait cru à la réception, le lait dans le tank, des produits semi-finis et le produit fini sont conformes aux normes. Concernant le suivi de la cinétique de l'extrait sec total, taux de protéines et de matière grasse à 10°C, les valeurs obtenues sont stables avec de légères fluctuations. Concernant les autres paramètres à des températures de 4, 10 et 25°C, les résultats obtenus montrent une viscosité avec une influence inversement proportionnelle au pH et indépendante du brix qui est stable.

Mots clés : Lait cru, fromage frais Danino à banane, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques.

Abstract

The present study is characterized by the physicochemical analyzes (raw milk at reception and in the tank, semi-finished products and the finished product (Danino fresh cheese banana) and microbiological analyzes (raw milk, milk in the tank and the finished product). Indeed, the obtained results for the raw milk at reception, the milk in the tank, the semi-finished products and the finished product are conforming to the standards. Regarding the monitoring of the kinetics of the total dry extract, protein and fat content at 10°C, the obtained values are stable with slight fluctuations. Regarding to the other parameters at temperatures of 4, 10 and 25°C, the obtained results show a viscosity with an influence inversely proportional to the pH and independent to the brix which is stable.

Key words: Raw milk, Danino fresh cheese banana, physicochemical analyzes, microbiological analyzes.