

*République Algérienne
Démocratique et Populaire*

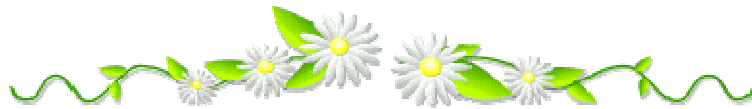


UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie**

Mémoire de fin de cycle

**En vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur d'Etat en
Génie Biologique**



Thème :

**Suivi de la stabilité des paramètres physico-chimiques
et microbiologiques de yaourt brassé « creamix »
produit par l'entreprise DANONE DJURDJURA.**



Présenté par :

**BENHAMMOUCHE Assia
IMOULA Zehira**

Devant le jury :

**Président : M^r LADJOUZ.I.R
Promotrice : M^{me} BENACHOUR.K
Examinatrice : M^{elle} TITELI.F**

Année universitaire : 2013-2014

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons tout d'abord à remercier le « bon Dieu » le tout puissant, de nous avoir accordé le courage, la patience et surtout la santé pour réaliser et mener au bien notre travail.

Nous tenons également à remercier infiniment notre promotrice M^{me} Benachour K, de nous avoir encadré, ainsi pour les conseils, les orientations et le temps qu'elle nous a consacré afin de réaliser ce travail, qu'elle trouve ici le témoignage de notre profonde reconnaissance.

Nos profonds remerciements s'adressent aussi à M^r Ladjouzi pour l'honneur qu'il nous a fait de présider ce jury.

Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à M^{elle} Titeli. F d'avoir bien voulu s'intéresser à ce travail et d'accepter de l'examiner, nous sommes très honorés de sa présence dans ce jury.

Nous tenons aussi à remercier beaucoup l'ensemble de personnel de l'unité DDA pour leur précieux aide à accomplir notre stage pratique dans les meilleures conditions et d'avoir eu la gentillesse de nous accueillir parmi eux pendant la durée du stage

Enfin nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidés de près et de loin pour la réalisation de ce travail.

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce travail

A la lumière de ma vie, mes très chers parents

A celle qui ma donné la vie, le symbole de tendresse ma mère la perle la plus chère La source de tous mes espoirs pour son sacrifice, son aide, ses conseils et sa patience.

A mon père, La base de toute ma carrière, le plus cher qui existe sur terre, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que Dieu les garde et les protège.

A mes très chers frères : Rafik, Nassim, Fahim, Razik, Pour leur soutien moral et leur sacrifice.

A la mémoire de mes grands parents paternels yaya Ijdida et jedi lounis et khalti karima que Dieu les accueille dans son vaste paradis.

A toute ma famille Benhammouche mes cousins et mes cousines sans exception.

A mes grands parents maternels à qui je souhaite une longue vie et à toutes mes tantes et mes oncles

A mes copines de chambre Sylia, Lahna, Yasmina, Anfal merci d'être toujours à mes cotés

A toute les filles des chambres A02, D02, D102

A mon groupe G5 : Zahira, Nawel, Samia, Tassadit merci pour les bons moments qu'on a passé ensemble.

A tous mes amis : Kawa, Jugo, Chouchou, Djazia, Soraya, Rosa

A ma chère binôme et amie Zahira et à toute sa famille

A toute la promotion Génie biologique 2013-2014

Assia

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce travail

A la lumière de ma vie, mes très chers parents

A celle qui ma donné la vie, le symbole de tendresse ma mère la perle la plus chère La source de tous mes espoirs pour son sacrifice, son aide, ses conseils et sa patience.

A mon père, La base de toute ma carrière, le plus cher qui existe sur terre, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que Dieu les garde et les protège.

A mes très chers frères : Farouk, Farid, Nassim. Pour leur soutien moral et leur sacrifice.

A la mémoire de mon grand père paternel jedi A.Ellah et mon beau père Da Belkacem que Dieu les accueille dans son vaste paradis

A ma grande-mère jida Zwina a qui je souhaite une longue vie

A toute ma famille Imoula mes cousins et mes cousines et à ma belle famille.

A mes grands parents maternel que Dieu les gardent pour nous et à toute mes tantes et mes oncles

A mon fiancé Djamel ma source d'espoir, d'amour, d'affection, de générosité et de sacrifices. Il était toujours là près de moi pour me soutenir, m'encourager et me guider avec ses précieux conseils.

A mes copines de chambre : Nawel, Cylia, Fatiha, Wahiba merci d'être toujours à mes cotés

A toute les filles A02, D02, D102

A mon groupe G5: Assia, Nawel, Samia, Tassadit, Chouchou merci pour les bons moments qu'on a passé ensemble.

A ma chère binôme et amie Assia et à toute sa famille

A toute la promotion Génie biologique 2013-2014

Zehira

Liste des abréviations

	Abréviation	Significations
A	Abs	Absence
	AFNOR	Association Française de Normalisation
C	°C	Degré Celsius
	CF	Coliformes Fécaux
	CT	Coliformes Totaux
D	DDA	Danone Djurdjura Algérie
	°D	Degré Dornic
	DLC	Date Limite de Consommation
E	ESD	Extrait Sec Dégraissé
	EST	Extrait Sec Total
F	FAO	Food Agriculture Organisation
	FTIR	Fourrier Transformed Infrared Spectroscopy
G	GAMT	Germes Aérobie Mésophile Totaux
I	ISO	Organisation Internationale de Normalisation
J	J.O.R.A	Journal Officiel de la République Algérienne
M	MG	Matière Grasse
M	MGLA	Matière Grasse Laitière Anhydride
N	NEP	Nettoyage En Place
O	OGA	Gélose Glucosé à l'oxytetracycline
	OMS	Organisation Mondiale de la Santé
P	PCA	Plat Count Agar
	PDL	Poudre De Lait
	pH	Potentiel Hydrometrique
	PRO	Protéine
	Pro	Production
S	SFB	Bouillon au sélénite de Sodium cystéine
	SM	Solution Mère
	SP	Sortie de Pasteurisateur
T	S	<i>Streptococcus</i>
	T°	Température
	TMB	Tank de Maturation de Brassé
	TLE	Tank de Lait écrémé
	Tr /min	Tour par minute
U	TSBL	Tank de Stockage de Brassé liquide
	UFC	Unité Formant Colonie
U	UHT	Ultra Haute Température
	UV	Ultra Violet
V	VRBL	Violet Red Bile Agar

➤ **Liste des tableaux**

Pages

- **Tableau I** : La composition du yaourt.....**3**
- **Tableau II** : Les différents paramètres physico-chimiques étudiés.....**13**
- **Tableau III** : Les différentes analyses microbiologiques effectuées.....**19**
- **Tableau IV**: Résultats des analyses physico- chimiques de la poudre de lait.....**25**
- **Tableau V**: Résultats des analyses microbiologiques des matières premières.....**34**

➤ **Tableaux en annexe**

- **Tableau VI** : Classification de la poudre du lait
- **Tableau VII** : Résultats des analyses physico-chimiques des produits semi-finis au cours du process.
- **Tableau VIII**: Les résultats des analyses physico-chimiques de la première production.
- **Tableau IX** : Les résultats des analyses physico-chimiques de la deuxième production.
- **Tableau X** : Les résultats des analyses physico-chimiques de la troisième production.
- **Tableau XI** : Les résultats des analyses physico-chimiques de la quatrième production.
- **Tableau XII**: Les résultats des analyses physico-chimiques de la cinquième production.
- **Tableau XIII**: La moyenne des résultats du poids pour les cinq productions.
- **Tableau XIV**: La moyenne des résultats de la viscosité des cinq productions.
- **Tableau XV** : La moyenne des résultats du pH des cinq productions.
- **Tableau XVI** : La moyenne des résultats de la MG des cinq productions.
- **Tableau XVII**: La moyenne des résultats des protéines des cinq productions.
- **Tableau XVIII**: La moyenne des résultats de l'EST des cinq productions.
- **Tableau XIX**: Les résultats des analyses microbiologiques du produit fini des cinq productions.
- **Tableau XX** : Les résultats des analyses microbiologies de la poudre de lait à 0%.

➤ **Listes des figures :pages**

▪ Figure 01: Balance électronique.....	14
▪ Figure 02: pH mètre.....	14
▪ Figure 03: ViscosimètreTaxt express.....	15
▪ Figure 04: Dessiccateur infrarouge.....	16
▪ Figure 05: Le MilkoScan FT 120.....	17
▪ Figure 06: FoodScan™.....	18
▪ Figure 07 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	22
▪ Figure 08 : Variation de pH au cours du process.....	25
▪ Figure 09 : Variation de la matière grasse au cours du process.....	26
▪ Figure 10 : La variation de taux des protéines au cours du process.....	27
▪ Figure 11: Variation de taux de l'EST au cours de procès pour les cinq productions.	27
▪ Figure 12 : Résultats de la mesure du poids pour les cinq productions.....	28
▪ Figure 13 : Evolution de pH en fonction du temps pour les cinq productions.....	29
▪ Figure 14 : Evolution de la viscosité pour les différentes productions.....	29
▪ Figure 15 : la variation de pH et de la viscosité en fonction du temps.....	31
▪ Figure 16 : Evolution de l'EST en fonction du temps pour les cinq productions.....	32
▪ Figure 17: Evolution de la MG en fonction du temps pour les cinq productions.....	33
▪ Figure 18 : Evolution de taux de protéines en fonction du temps pour cinq productions.....	33
▪ Figure 19 : Résultats de l'analyse microbiologique de la poudre de lait.....	35
▪ Figure 20 : Résultats de l'analyse microbiologique au niveau de TLE.....	36
▪ Figure 21 : Résultats de l'analyse microbiologique à la sortie de pasteurisateur.....	37
▪ Figure 22 : Résultats de l'analyse microbiologique du produit fini.....	38
▪ Figure 23 : Résultats de l'analyse microbiologique de produit fini.....	39

➤ **Figures en annexe**

- **Figure 24 :** Diagramme de fabrication de lait en poudre.
- **Figure 25 :** Diagramme général de fabrication de yaourt ferme et brassé.

Sommaire

Partie théorique

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Synthèse bibliographique

<i>I- Généralités sur le yaourt.....</i>	2
---	----------

I.1. Historique	2
-----------------------	---

I.2. Définition.....	2
----------------------	---

I.3. Composition de yaourt.....	3
---------------------------------	---

I.4. Bactéries caractéristiques de yaourt.....	3
--	---

I.4.1. Caractéristiques des bactéries lactiques du yaourt.....	3
--	---

I.4.2. Intérêts et fonctions des bactéries lactiques	4
--	---

I.4.3. Comportement associatif des bactéries lactiques	5
--	---

I.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt.....	5
--	---

I.5.1.Intérêts nutritionnels	5
------------------------------------	---

I.5.2.Intérêts thérapeutiques	6
-------------------------------------	---

II. Technologie de fabrication du yaourt	7
---	----------

II.1. Choix de matière première	7
---------------------------------------	---

II.1.1.La poudre de lait	7
--------------------------------	---

II.1.2 .Protéine et matière grasse	7
--	---

II.1.3 Saccharose	7
-------------------------	---

II.1.4. Arômes	7
----------------------	---

Sommaire

II.1.5.L'eau	8
II.2. Choix des ferments	8
II.3. Processus de fabrication du yaourt	8
II.3.1.Reconstitution	8
II.3.2. Homogénéisation	9
II.3.3.Traitement thermique	9
II.3.4.Refroidissement	9
II.3.5.Fermentation	9
II.3.6.Brassage.....	10
II.3.7.Arrêt de la fermentation	10
II.3.8.Conditionnement	10
II.3.9.Stockage.....	10

Partie pratique

I- Matériels et méthodes

I-1- Echantillonnage.....	11
I-1-1-Technique de prélèvement des échantillons.....	11
I-2- Les analyses physico-chimiques	12
I-2-1- Détermination du poids.....	13
I-2-2-Mesure du pH	14
I-2-3-Détermination de l'acidité titrable	14
I-2-4- Détermination de la viscosité.....	14
I-2-5- Détermination de l'EST	15

Sommaire

I-2-6- Détermination du taux de MG	16
I- 3- Analyses microbiologiques	18
I-3-1- Préparation de la solution mère et des dilutions	19
I-3-2- Recherche et dénombrement de la flore totale aérobie mésophile	19
I-3-3- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	19
I-3-4- Recherche et dénombrement des germes sporulés	20
I-3-5- Recherche et dénombrement des <i>Streptococcus thermophilus</i>	20
I-3-6- Recherche des levures et moisissures	20
I-3-7- Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	22
I-3-8- Recherche des salmonelles	22
I-3-9- Test de stress	23

II- Résultats et discussions

II-1- Résultats des analyses physico-chimiques	25
II-1-1- Matière première.....	25
II-1-2-Produit semi fini	25
II-1-3- Produit fini	28
II-2- Résultats des analyses microbiologiques	34
II-2-1- Matière première.....	34
II-2-2- Produit semi-fini	36
II-2-3- Produit fini	37
II-2-4- Test de stress.....	39

Sommaire

Conclusion.....40

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Le lait est un aliment intéressant du point de vue nutritionnel, riche en vitamines, calcium, glucides, protéines et en lipides, mais du fait qu'il est périssable et pour être conservé, il doit être pasteurisé, stérilisé, concentré, déshydraté ou transformé en divers produits plus stables tels que les laits fermentés. Ces derniers sont issus d'une fermentation lactique contrôlée sous l'action d'une ou de plusieurs populations bactériennes spécifiques et qui aboutit à l'acidification et à la coagulation du lait. Cela permet sa stabilisation microbiologique en lui conférant une texture et des propriétés organoleptiques agréables (acidité, fraîcheur et onctuosité...) et nutritionnelles particulières (**Tome, 2002**).

Le lait fermenté le plus consommé dans les pays occidentaux est le yaourt. Sa consommation a connu une croissance forte et régulière : 63% du marché des produits frais. Il est issu de la seule action des deux bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (**Mahaut, 2000**).

Avec le progrès technologique réalisés, le yaourt apparaît comme un produit laitier très digeste qui possède une grande valeur nutritionnelle et qui est apprécié pour son goût et sa texture. C'est un produit consommé la plus part du temps comme dessert, très prisé de part le monde car il convient à toutes les tranches d'âge et même chez les sujets intolérant au lactose (**Boubchir-Ladj, 2004**).

L'industrie laitière algérienne se distingue par un marché de potentiel à croissance élevée. La demande sans cesse grandissante en lait et en produits dérivés (fromage, yaourt, beurre, glace...) se justifie par la forte démographie, l'urbanisation et l'amélioration du pouvoir d'achat de la population. La consommation annuelle moyen de l'algérien en yaourt oscille entre 5 à 6 Kg/an contre 10 Kg/an au Maroc et en Tunisie (**Boubchir-Ladj, 2004**).

Le yaourt joue un rôle important dans le régime alimentaire, c'est pour cela qu'il devrait répondre à des critères de stabilité hygiénique bien précis afin de protéger la santé de consommateur et garantir des qualités organoleptiques, biochimiques et nutritionnelles supérieures (**Lee et Lucey, 2010**).

L'objectif du travail réalisé au sein de l'organisme DANONE, est l'évaluation les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques de yaourt brassé « creamix ». Pour cela, des analyses allant de matières premières jusqu'au produit fini en passant par les différents stades de fabrication sont effectués pour connaître l'impact des facteurs du processus sur la qualité du produit.

Partie

Théorique

I-Généralités sur le yaourt

I-1-Historique

Originnaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) provient de « yoghurmark » qui signifie « épaissir » (**Tamine et Deeth, 1980**).

Dans le sillage des découvertes de Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux microorganismes présents dans le lait. En 1902, Ris et Khouri (deux médecins Français) isolaient les bactéries présentes dans un lait fermenté. Metchnikoff (microbiologiste ukrainien) isola par la suite la bactérie spécifique de yaourt « le bacille bulgare », analysa l'action acidifiante du lait caillé et suggéra une méthode de production sûre et régulière de yaourt (**Rousseau, 2005**).

Traditionnellement, c'est le yaourt dit « nature » et ferme qui constituait l'essentiel de la production des laits fermentés. Dans les années **1960-1970**, sont apparues les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits qui sont devenus majoritaires sur le marché. De nombreux autres produits sont arrivés par la suite sur le marché : laits fermentés probiotiques, laits fermentés de longue conservation (pasteurisés, UHT, lyophilisés ou séchés) et produits « plaisirs » (pétillant ou glacé). (**Boubchir-ladj, 2004**).

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. En outre, le développement commercial des produits probiotiques est important et correspond à la demande de consommateur (**Brule et Lenoir, 2003**).

I-2-Définition

D'après le codex alimentarius, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii* sous espèce *bulgaricus* et de *Streptococcus salivarius* sous espèce *thermophilus* à partir des laits frais ou pasteurisés. Ce produit est additionné ou pas d'ingrédients tels que : le lait en poudre, la poudre de lait écrémé, les protéines lactosériques concentrées ou non et la caséine alimentaire. Les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants (**FAO, 1998**).

La législation de nombreux pays exige que les bactéries de yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. (**FAO, 1995**).

I-3-La composition de yaourt

La composition moyenne d'un yaourt dont le pH est de 5 est illustrée dans le tableau I. Cette composition est exprimée par 100g de yaourt.

Tableau I : la composition du yaourt (Syndifrais, 1977).

<i>Composition</i>	<i>Teneur (g/100g yaourt)</i>
Protéines	5
Lipides	1
Glucides	4,5
Calcium	0,18
Acide lactique	1
Ferments	0,15

I-4-Bactéries caractéristiques de yaourt

Les ferments lactiques sont des bactéries Gram +, non sporulantes, immobiles, catalase négatives, qui croissent sous des conditions anaérobies et utilisent les sources de carbone pour produire de l'acide lactique comme seul ou majeur acide organique (Yao et al., 2009). Ils sont généralement mésophiles. La majorité des souches croient à un pH variant de 4 à 4,5 (Caplice et Fitzgerald, 1999).

I-4-1-Caractéristiques des bactéries du yaourt

Les deux bactéries utilisées dans la préparation de yaourt, ont pour rôle principale d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel.

Outre le gout acidulé qu'elles donnent au gel, elles assurent une saveur caractéristique due à la production des composés aromatiques et à la production de polysaccharides (Sodini et Beal, 2012).

❖ *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus est une cocci Gram +, anaérobie facultatif, immobile et thermorésistante. Elle est trouvée dans les laits fermentés et les fromages (Roussel et al., 1994).

C'est une bactérie dépourvue d'antigène de groupe D (Dellaglio et al., 1994). Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C et son métabolisme est de type homofermentaire (Lamoureux, 2000). Le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est la fermentation de lactose en acide lactique. En plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture du lait fermenté. Elle augmente la viscosité du lait par la production de polysaccharides (Bergamaier, 2002).

❖ *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus est un bacille Gram+, immobile, asporule, microaérophile (Doleyres, 2003) et thermophile. Cette bactérie possède un mécanisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique à partir des hexoses. Sa température optimale de croissance est approximativement 42°C. Elle a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiénique de yaourt (Marty-Teysset Garel, 2000).

I-4-2-Intérêts et fonctions des bactéries lactiques de yaourt

❖ **Production de l'acide lactique**

La production de l'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière. Cet acide organique permet de conserver et de concentrer la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien (Schmidt *et al.*, 1994).

L'importance de l'acide lactique durant la fabrication de yaourt peut se résumer comme suit :

- Il aide à déstabiliser les micelles de la caséine, ce qui conduit à la formation du gel.
- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique, comme il contribue à la saveur et l'aromatisation de yaourt (Tamime et Robinson, 1999).
- Il intervient comme inhibiteur vis-à-vis des microorganismes indésirables (Leory *et al.*, 2002).

❖ **Production des composantes aromatiques**

En plus de la production de l'acide lactique, les bactéries lactiques produisent des composés secondaires tels que le diacétyl, l'acétaldéhyde, l'acétone et la cétoïne, ces composés participent au développement de la saveur et de l'arôme (Lamontagne *et al.*, 2002; Sodini et Beal, 2012).

❖ **Activité protéolytique**

Les bactéries lactiques sont dotées de systèmes de dégradation complexes par leur nature et leur localisation. Elles possèdent des endopeptidases associées aux enveloppes cellulaires et des exopeptidases liées aux parois, ainsi qu'un équipement intracellulaire comportant lui aussi des aminopeptidases (Lamontagne *et al.*, 2002).

❖ **Activité lipolytique et estérasique**

Les activités lipasiques des bactéries lactiques seraient impliquées dans la production des acides gras de longue chaîne à partir de mono- et diglycérides alors que les activités estérasiques libéraient les acides gras libres (Stead, 1986 ; Kamaly et Marth, 1989).

❖ **Production d'agents texturants**

Certaines bactéries lactiques produisent des polysaccharides qui jouent le rôle d'agents de texture et donnent au produit fini des caractères rhéologiques particuliers portant notamment sur la viscosité. Il est couramment admis que dans les laits fermentés, cette fonction est exercée par *Streptococcus thermophilus* (Lamontagne et al., 2002 ; Sodini et Beal, 2012).

I-4-3-Comportement associatif des bactéries lactiques utilisées

La fabrication du yaourt repose sur les interactions prenant place entre les deux espèces de bactéries lactiques, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. L'association entre ces deux espèces est appelée symbiose (Tamime et Robinson, 1999).

Lactobacillus bulgaricus présente une activité protéolytique plus élevée que celle de *Streptococcus thermophilus*, ceci permet de libérer des acides aminés et des dipeptides qui stimulent la croissance de *Streptococcus thermophilus* (Courtin et al., 2004). Cette dernière stimule la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* par la production de certains métabolites comme l'acide formique, le CO₂, l'acide pyruvique et l'acide folique (Perez et al., 1991).

Certains facteurs sont impliqués dans la régulation de cette association à savoir la présence de l'acide lactique, considéré comme un facteur déterminant du rapport entre les deux espèces. En effet, l'acidité du milieu inhibe la croissance de *Streptococcus thermophilus* alors que la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* ne s'arrête qu'autour de pH égal à 4,40 (Courtin et al., 2004).

D'un point de vue nutritionnel, l'activité fermentaire de ces espèces favorise une solubilisation des différents constituants du lait, améliorant ainsi leur biodisponibilité (Ngounou et al., 2003 ; Lee et Lucey, 2010).

I-5-Intérêts thérapeutiques et nutritionnels du yaourt

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certains nombres de modifications. Certains de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle et thérapeutique (Serra et al., 2009 ; Sodini et Beal, 2012).

I-5-1-Intérêts nutritionnels

Les produits laitiers fermentés sont reconnus comme une source importante de protéines, vitamines, calcium... Les avantages nutritionnels concernent l'amélioration de la digestibilité des protéines et de la matière grasse, suite à libération des acides aminés et des acides gras par les bactéries lactiques (**Breslaw, 1973**). Les apports nutritionnels du yaourt sont :

❖ Amélioration de la digestibilité des protéines

Le yaourt est deux fois plus digestif que le lait et contient deux fois plus d'acides aminés libres (**Breslaw, 1973**). Cette propriété résulte du traitement thermique et de l'activité protéolytique des bactéries lactiques (**Mahaut et al., 2000**).

❖ Amélioration de la digestibilité de la matière grasse

L'homogénéisation améliore la digestibilité en diminuant la surface des globules gras (**Mahaut et al., 2000**).

❖ Action sur les vitamines

L'évolution des vitamines au cours de la fabrication et de la conservation de yaourt dépend de la nature de chacune d'entre-elles et des traitements technologiques mis en œuvre. Certaines vitamines sont synthétisées au cours de la fermentation de yaourt. Par exemple, certaines vitamines de groupe B sont consommées par les *Lactobacillus bulgaricus*, tandis qu'elles sont synthétisées par *Streptococcus thermophilus* (**Favier, 1991**).

I-5-2-Intérêts thérapeutiques

❖ Amélioration de l'absorption de lactose

La présence des bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation de lactose chez les personnes déficientes en lactose (**Roissart et Luquet, 1994**). Ceci est dû probablement à la digestion de lactose intra-intestinale par la lactase libérée par les microorganismes de yaourt (**Heyman, 2000**).

❖ Stimulation de système immunitaire

Le yaourt a un effet immunorégulateur, qui permet d'augmenter la production d'interférons et d'immunoglobulines et d'exciter l'activité des lymphocytes B, cette effet est attribué à *Lactobacillus bulgaricus* (**Mahaut et al., 2000**). Les bactéries lactiques favoriseraient selon des études, la production d'anticorps et de cytokines, qui protègent contre les agents pathogènes présents dans le tube digestif (**Van de water et al., 1999**).

❖ **Activité anti-carcinogène**

Les bactéries modifient les enzymes bactériennes à l'origine de carcinogène (indicateur de cancer) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation des substances précancéreuses (**Mahaud et al., 2000**).

❖ **Activité anti-cholestérolémiant**

La consommation de yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait, pour maintenir une cholestérolémie basse (**Mahaut et al., 2000**).

II-Technologie de fabrication de yaourt.

II-1-Choix de matière première

II -1-1-La poudre de lait

La poudre de lait est le produit final d'un lait ayant subi une déshydratation (dessiccation) réduisant son volume et permettant une conservation longue (**Luquet, 1990**). Il existe trois types de poudre de lait qui sont classés selon leur teneur en MG (annexe II). Dans la fabrication de yaourt brassé, la poudre de lait employée est une poudre de lait écrémé (0% de matière grasse).

II -1-2-Protéines et matière grasse

Les protéines ont un rôle déterminant sur la texture et la matière grasse sur les caractéristiques organoleptiques (saveur, arômes). Les protéines et la matière grasse contribuent également à masquer l'acidité de produit (**Mahaut et al., 2000**).

Dans la plus part des cas, les usines de reconstitution utilisent la matière grasse laitière anhydride (MGLA), qui est une matière grasse issue de traitement d'une crème douce (**Cherry ,1980**) conduisant à un produit de caractéristiques analytiques particulières.

II -1-3-Saccharose

Il est utilisé pour ses pouvoirs énergétique et sucrant, améliore les caractères organoleptiques de produit et sert à la fixation des arômes (**Vignola, 2002**).

Dans le cas de yaourt brassé, le sucre utilisé à l'unité Danone est le sucre betterave. Il est importé de France.

II- 1-4-Arômes

L'aromatisation est l'un des principaux facteurs de la qualité qui donne la première impression (**Gosta, 1995**). L'arôme est bâti comme un parfum, permet de varier la saveur

d'un plat, de la rendre plus agréable et par conséquent de rompre la monotonie qui affaiblit l'appétit (**Passebecq, 1988**).

II-1-5-L'eau

L'eau est l'une des matières premières de tous les types des produits laitiers reconstitués et recombinaés. Elle doit être potable, de bonne qualité, dépourvue de microorganismes et d'un niveau de dureté acceptable (**Gosta, 1995**).

II-2- Choix des ferments

Les ferments lactiques sont tous les microorganismes ayant la capacité de fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique (**Gosta, 1995**). Les critères de sélection des bactéries lactiques sont avant tout des critères d'aptitude technologique (**Malonga, 1985**) :

- Capacité et rapidité de l'acidification aux températures d'incubation (42-45°C) ;
- Acidification pendant le stockage (0-7°C), elle doit être la plus faible possible ;
- Production de composés aromatiques ;
- Production de substances à mucus (polysaccharides) qui jouent un rôle sur la viscosité du caillé (yaourt brassé).

Les ferments lactiques sont importés sous forme concentré et lyophilisé à ensemencement direct, puis conservés dans un congélateur à -50°C.

Par ailleurs, l'emploi de ferments congelés permet d'éviter les problèmes de repiquage (déséquilibre de souches, pertes d'activité, contamination) (**Malonga, 1985**).

II-3-Processus de fabrication du yaourt

Les étapes de fabrication de yaourt peuvent différer selon qu'en a affaire à un yaourt « étuvé » dont la fermentation se fait après conditionnement en pot et le yaourt « brassé », dont la fermentation se fait en cuve (**Boubchir-Ladj, 2004**). Les différentes étapes de fabrication de yaourt brassé creamix peuvent être résumées dans la figure 27(annexe III).

II -3-1-Reconstitution

La reconstitution s'effectue dans des salles spéciales « salle de poudrage » elle consiste à mélanger la poudre de lait à 0% avec les autres ingrédients et l'eau de process(à 25°C), puis le mélange passe par la tuyauterie qui mène au tank de lait écrémé (TLE) ou se fera la reconstitution. Après contrôle, la base lactée est standardisée au taux de la matière grasse désirée (l'injection de la MGLA se fait à 63°C) dans le produit fini (**Roissart et Luquet,**

1994). Et peut être enrichi en matière non grasse par addition de poudre de lait ou de protéines du lait (**Carole et Vignola, 2002**).

II -3-2-Homogénéisation

L'homogénéisation à l'unité DDA se fait à température de 77° C et une pression de 180bar. Cette opération améliore la consistance du lait, accroît sa blancheur et rend les lipides plus digestes. Il donne au lait une saveur et une texture plus douce, plus onctueuse pour la même teneur en matière grasse (**Eck, 1997**).

II -3-3-Traitement thermique

Après homogénéisation, le lait enrichi subira ensuite un traitement thermique, le plus couramment utilisé est une pasteurisation de 95°C, pendant 5 mn (**Luquet, 1985**). Ce traitement a pour but :

- De détruire les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures et moisissures) (**Boudier, 1990**).
- De favoriser le développement de la flore lactique spécifique (*Streptococcus thermophilus*) par la formation d'acide formique qui est un facteur de croissance (**Mahaut et al., 2000**).
- L'amélioration de la texture de yaourt par la dénaturation de plus de 85% des protéines solubles qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines (**Roissart et Luquet, 1994**).

II -3-4-Refroidissement

Le lait pasteurisé est tout d'abord refroidi dans la section de régénération : c'est le pré-refroidissement. Il se fait dans un échangeur de chaleur à plaques. Ensuite vient le refroidissement proprement dit, qui se fait avec l'eau glacée à la température d'ensemencement souhaité (39°C) (**Lamontagne et al., 2002**).

II -3-5-Fermentation

Le mélange préparé estensemencé exclusivement avec les deux bactéries lactiques du yaourt : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*, sous forme lyophilisée et simultanément, pour assurer une bonne acidification (**Boudier, 1990 ; Mahaut et al., 2000**).

Au niveau des Tanks de maturation brassé TMB, la fermentation s'effectue à une température 39°C pendant 5 à 6h. C'est au cours de cette étape qu'une partie de lactose se transforme en acide lactique (**Hermier et al., 1996 ; Brule, 1997**).

II -3-6-Brassage

Après maturation de produit au niveau de TMB, ce dernier subi un d'écaillage par agitation pendant 10mn afin d'assurer une répartition homogène des ferments (**Luquet, 1985**).

Le brassage est réalisé avant le refroidissement, il permet de rendre le caillé plus onctueux par la destruction du gel (**Mahaut et al., 2000**). Il se fait à l'aide d'un agitateur à une vitesse bien déterminée afin de maintenir les exigences concernant la viscosité.

II -3-7-Arrêt de la fermentation

Le refroidissement est une étape critique de la production de yaourt. Il est appliqué dès que le caillé a atteint l'acidité désiré. Son but est de limiter l'activité des levains le plus rapidement possible afin d'éviter une suracidification (**Malonga, 1985**).

II -3-8- Conditionnement

L'aromatisation se fait par un système de dosage automatique à l'aide d'une pompe doseuse juste avant le conditionnement. Les yaourts sont généralement conditionnés dans des pots en plastiques (**Luquet, 1990**). Cette étape assure :

- ✓ Le formage des pots à partir des films d'emballage ;
- ✓ la stérilisation des pots ;
- ✓ Le remplissage et le dosage des pots (c'est à ce niveau que se fait l'ajout d'arôme) ;
- ✓ La fermeture hermétique des pots par thermoscellage ;
- ✓ L'impression et le marquage de la date limite de consommation DLC ;
- ✓ Confection des lots (**Luquet, 1986**).

II -3-9-Stockage

Les yaourts sont groupés par lots de vente, ils passent enfin dans les chambres froides de stockage à une température de 4°C (**Roupas, 2008**).

Le yaourt doit être conservé au frais, sa consommation doit intervenir avant la DLC figurant sur l'emballage (30 jours après la fabrication). Lorsqu'un récipient est ouvert, il convient de consommer son contenu rapidement pour éviter l'installation des moisissures favorisées par l'acidité (**Tremoliere, 1984**).

Partie

Pratique

I-Matériels et méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau de la laiterie Danone Djurdjura pendant une période de stage de un mois et demi (de 02/03 jusqu'à 17/04). Il consiste à suivre les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du yaourt brassé fabriqué au niveau de l'unité DANONE, tout au long de processus de fabrication ainsi que sur le produit fini à J+1, J+5, J+10 jusqu'à la DLC (30 jours).

I-1-Echantillonnage

I-1-1-Technique de prélèvement des échantillons

Afin d'éviter toute contamination microbiologique qui risque de fausser les résultats, les échantillons sont prélevés dans des conditions d'asepsie, dans des flacons stériles.

Les tanks ainsi que les pasteurisateurs sont équipés de vannes d'échantillonnage avec un système d'alimentation en eau pour leur rinçage et en vapeur pour la désinfection.

Pour les autres niveaux d'échantillonnage (poudre de lait, arôme, l'eau de process, MGLA), les conditions d'asepsie sont assurées à l'aide d'une flamme.

a)Prélèvement des produits liquides

Lors du prélèvement des échantillons liquides, il faut d'abord désinfecter les mains avec l'alcool, faire passer l'eau pour rincer l'échantillonneur et la vapeur pour le stériliser, ouvrir la vanne d'échantillonnage, laisser couler le produit pour que l'échantillonneur se refroidisse, remplir les flacons stériles à la quantité suffisante pour les analyses et enfin faire passer l'eau et la vapeur pour nettoyer les échantillonneurs.

b) Prélèvement des produits solides

Le prélèvement des échantillons se fait dans des conditions d'asepsie à l'aide d'un flambon à partir des sacs de 25Kg au niveau de la chambre de stockage à température ambiante et en absence de l'humidité, en utilisant une boîte de Pétri stérile.

❖ Poudre de lait

La poudre de lait écrémé est incorporée à une variété de produit en raison de sa stabilité, sa capacité émulsifiante et de son pouvoir rétenteur d'eau. Elle est obtenue par séchage d'un lait de vache indemne de toute maladie contagieuse ou transmissible à l'Homme (**Guy et al.,1994**). La poudre de lait utilisée à l'unité DANONE est à 0% de MG, elle est importée de la France dans des sacs de 25Kg ou bien dans des bigs dans un emballage en papier Kraft plus

une couche en polyéthylène, avec une date de conservation qui ne dépasse pas une année et stockée dans des hangars à température ambiante.

❖ **Matière grasse laitière anhydride MGLA**

Après avoir nettoyé le robinet avec l'alcool et désinfecter les mains, l'orifice de sortie est flambé. Après cinq secondes d'écoulement, les prélèvements sont réalisés dans les meilleures conditions d'asepsie dans des flacons de 60 ml préalablement stérilisés. La MGLA ne doit pas être stockée à une température supérieure à 20°C pendant six mois, pour éviter toute altération de produit, elle est conditionnée dans des fûts métalliques de 200L (**Cherry, 1980**).

❖ **Eau de process**

C'est une eau potable déminéralisée partiellement débarrassée des sels de chaux afin d'éviter l'entartrage des conduites. L'unité DANONE est alimentée par l'eau de son propre forage qui se situe à environ 5 km de l'unité. Cette eau subit des traitements pour améliorer sa qualité physico-chimique et microbiologique et la rendre conforme aux normes standards fixées par OMS.

Il consiste à effectuer une analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau de process. La prise des échantillons s'effectue directement d'un robinet branché à la conduite de l'eau de process après avoir flambé ce dernier, le prélèvement est réalisé aseptiquement.

❖ **Arôme**

Les arômes sont importés dans des bidons de 25L et gardées au frais, le prélèvement des échantillons s'effectue après avoir rincé le bouchon avec de l'alcool et flamber ce dernier. Dans notre cas, l'analyse est effectuée sur l'arôme citron et fraise.

I-1-1-5-Produit semi fini et fini

Les prélèvements sont réalisés sur cinq suivis de fabrication. Pour le produit semi fini, l'échantillonnage se fait quotidiennement et à différentes étapes de la chaîne de production : au niveau des tanks de poudrage, au niveau de pasteurisateurs, tanks de maturation, sortie réchauffeur, tanks de stockage. Le prélèvement est réalisé dans des conditions d'asepsie rigoureuses à l'aide des flacons stériles.

Pour chaque production, 48 pots sont prélevés.

I-2-Les analyses physico-chimiques

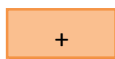
- **Objectif du contrôle physico-chimique**

Le contrôle physico-chimique des matières premières et des produits finis, a pour but la vérification de la conformité de ces derniers par rapport aux normes en vigueur. Il présente l'avantage de signaler toute erreur de fabrication ou toute modification des paramètres au cours de procédés de fabrication, il complète les analyses microbiologiques.

Les paramètres physico-chimiques effectués sur la matière première, produit semi fini et le produit fini sont regroupés dans le tableau II :

Tableau II : Paramètres physico-chimiques mesurés

Produit Paramètre	Poudre de lait	Produit semi – fini	Produit fini
pois	-	-	+
pH	+	+	+
Densité	+	-	-
PRO	+	+	+
Humidité	+	-	-
EST	+	+	+
Viscosité	-	-	+
MG	+	+	+
Acidité dornic	+	-	+



Analyse effectuée



Analyse non effectuée

EST : extrait sec total

pH : potentiel d'hydrogène

MG : matière grasse

PRO : protéine

I-2-1 Détermination de poids

La pesée se fait à l'aide d'une balance électronique, elle consiste à mettre un pot de yaourt sur la balance après avoir calibré cette dernière et le résultat s'affiche directement sur l'écran (figure 01).



Figure 01: balance électronique

I-2-2-Mesure de potentiel d'hydrogène pH

Le pH par définition est une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une solution. Le but est de pouvoir mesurer quantitativement l'acidité de celle-ci. Le pH est déterminé directement en utilisant un pH mètre électronique «HANNA HI 2210», qui affiche le pH et la température sur son écran après avoir plongé son électrode dans le produit à analyser. Cet appareil doit être étalonné avec deux solutions tamponnées (pH=7 et pH=4) après chaque 4 heures de son utilisation (figure 02).

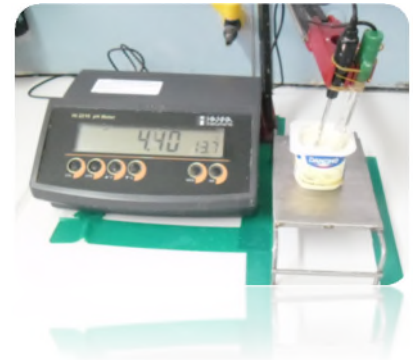


Figure 02 : pH mètre

I-2-3- Détermination de l'acidité titrable

➤ Principe

Le lait renferme de l'acidité provenant de l'activité fermentaire des bactéries lactiques; celle-ci est titrée par une solution sodique (hydroxyde de sodium) en présence de la phénolphtaléine à 1% comme indicateur coloré indiquant la limite de neutralisation par changement de couleur (**ISO 6091, 1980**).

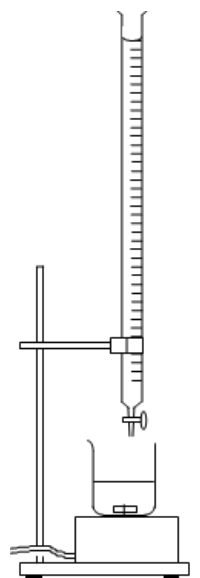
➤ Mode opératoire

-Verser dans un bécher 10ml de lait auquel 3 à 4 gouttes de phénolphtaléines sont ajoutées.

-Verser la soude 0,9N depuis la burette en goutte à goutte jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pale du lait.

➤ Expression des résultats

L'acidité est exprimée en degrés Dornic °D, sachant que : $1^{\circ}D=0,1g$ d'acide



lactique dans un litre de lait; elle se fait par la lecture directe de volume de NaOH utilisé lors de titrage.

$$\text{Acidité} = \text{volume de soude en ml} \times 10$$

➤ **Résultats attendus**

Le lait doit avoir une acidité Dornic $< 18^\circ$

Un yaourt doit avoir une acidité Dornic $> 80^\circ$

I-2-4-Détermination de la viscosité

Le yaourt étant un fluide viscoélastique rhéofluidifiant. Toute manipulation énergique modifie ses propriétés rhéologiques. De ce fait, une attention particulière est portée aux échantillons de yaourts destinés à la mesure de la viscosité. Elle est mesurée après 24 heures de sa production.

La viscosité est estimée pour le produit fini par un viscosimètre, dans le cas d'un yaourt brassé elle est mesurée par le **Taxt express** (figure 03) qui correspond à la mesure de la résistance exercée par un plongeur cylindrique pénétrant une distance de 15 mm par un mouvement vertical de haut en bas.

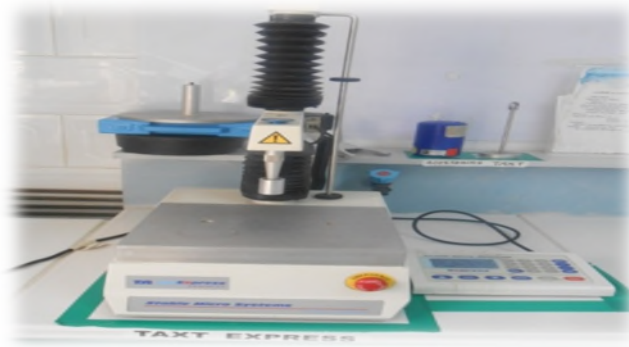


Figure 03: Viscosimètre Taxt express

➤ **Mode opératoire**

-Amener un pot à $10 \pm 1^\circ\text{C}$, placer le pot sous le mobile puis amener le plongeur à environ 5mm de la surface du produit et lancer la mesure.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés sur l'écran de l'appareil.

I-2-5- Détermination de l'EST par le dessiccateur Infrarouge

La matière sèche est le produit résultant de la dessiccation du lait par évaporation de l'eau à l'aide d'un dessiccateur infrarouge à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 15mn pour le produit semi-fini et 10 min pour le produit fini. Elle est exprimée en %.



Figure 04: dessiccateur infrarouge.

➤ **Mode opératoire**

Placer la nacelle (capsule en aluminium) sur la balance qui se trouve à l'intérieur de la chambre chaude du dessiccateur ; remettre le poids à zéro, en appuyant sur la touche TARE (pour tarer) ; déposer 3g du produit et l'étaler bien à l'aide d'une spatule ; fermer le couvercle et démarrer l'analyse en appuyant sur la touche (figure 04).

➤ **Expression des résultats**

Le taux de l'extrait sec total est directement affiché en pourcentage massique (m/m) sur l'écran de l'appareil.

I-2-6- Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode GERBER

La méthode de Gerber est une technique de référence, son principe est basé sur la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre où l'acide sulfurique dissout tous les constituants du lait à l'exception des matières grasses, l'alcool agit comme séparateur de phase. Ce dosage a été effectué selon la méthode décrite par l'AFNOR (1999).

➤ **Mode opératoire**

Introduire dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4), ajouter 11ml de l'échantillon à l'aide d'une seringue et 1ml d'alcool iso-amylque sans mouiller le col de butyromètre, fermer le butyromètre et l'agiter en faisant des retournements jusqu'à dissolution complète, centrifuger à l'aide d'une centrifugeuse GERBER qui effectue 1000 tr/min pendant 10min à 60°C et lire la valeur sur l'échelle du butyromètre, qui est exprimée en g/l.

➤ **Expression des résultats :**

Tenir le butyromètre bien vertical, l'ampoule vers le haut et faire ajuster le niveau inférieur de la phase lipidique avec une graduation A en tirant ou en poussant légèrement sur le bouchon. Lire ensuite la valeur B de la graduation correspondant au niveau le plus bas.

➤ **Résultat**

$$MG=B-A \text{ g/l}$$

En plus de toutes ces analyses physico-chimiques de références, l'unité possède deux appareils « MilkoScan FT120 » et « FoodScan », ainsi une analyse plus précise en 30 seconde est assurée.

1. Le MilkoScan FT 120

MilkoScan™ FT120 utilise la technologie d'absorption spectroscopique en moyen infrarouge à FTIR (Fourier Transformed Infrared Spectroscopy) automatique de grande capacité (120 échantillons analysés par heure), chaque paramètre d'un produit laitier est caractérisé par une longueur d'onde infra-rouge qui est convertie en pourcentage massique par la loi de Beer Lambert (figure 05).



Figure 05 : FT120 (FOSS)

➤ **Mode opératoire**

Verser 65 ml de l'échantillon à analyser dans un bécher, chauffer au bain marie à 40°C pendant 10 mn, puis placer l'échantillon sous la pipette de l'appareil. Ce dernier, mis en marche, aspirera en deux temps, deux échantillons

➤ **Expression des résultats**

Les résultats des deux prises sont enregistrés et affichés en % sur l'écran ainsi que leur moyenne.

2. Food Scan

FoodScan™ est un appareil spécialisé destiné au contrôle de la production et au contrôle de la qualité d'une large gamme de produits dans l'industrie alimentaire. Il utilise la technologie NIR (transmittance proche infrarouge), qui permet de déterminer simultanément et avec précision, plusieurs paramètres tels que la teneur en humidité, en protéines et en graisses. L'analyseur FoodScan™ pour produits laitiers utilise la transmission proche infrarouge dans une région de 850 à 1050 nm (figure 06).

➤ **Mode opératoire**

-Prélever 50ml du produit dans une coupelle, mettre cette dernière à l'intérieur de l'appareil, sélectionner le type de produit et lancer la mesure.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats s'affichent directement sur l'écran.



Figure 06 : FOOD Scan (FOSS)

I-3- Analyse microbiologique

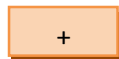
• **Objectif de contrôle microbiologique**

L'analyse microbiologique fait appel à la technique de recherche et de dénombrement (étude quantitative, isolement et identification) des microorganismes. Le contrôle microbiologique vise à évaluer et limiter les risques de contamination par les germes associés aux matières premières et aux différents stades de fabrication. Ce contrôle est indispensable pour garantir à la fois une bonne qualité hygiénique et bonne qualité marchande du produit fabriqué. De plus le contrôle permettra de minimiser les pertes (améliore la rentabilité de la production) dues à des mauvaises conditions de fabrication et donc d'avoir le moins possible de produits non conformes.

Les germes recherchés et dénombrés dans la matière première (eau, poudre du lait, arôme, MGLA) et le produit fini sont regroupés dans le tableau III

Tableau III : Les différentes analyses microbiologiques effectuées.

Produits Germes	Poudre du lait	Eau de process	arômes	MGLA	Produit semi fini	Produit fini
Flore totale	+	+	+	+	+	+
Coliformes totaux à 30°C	+	+	+	+	+	+
Coliformes fécaux à 44°C	+	+	+	+	+	+
Levures et moisissures	+	/	/	+	+	+
Flore sporulée	+	/	+	+	+	+
<i>Streptococcus thermophilus</i>	/	/	/	/	/	+
<i>Salmonelles</i>	+	+	/	+	/	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	/	/	/	/	/	+



Analyse effectuée



Analyse non effectuée

I-3-1-Préparation de la solution mère et des dilutions

❖ Cas de produits solides (poudre de lait) ou visqueux (produit fini)

Introduire aseptiquement 10g de produit à analyser dans un flacon stérile contenant au préalable 90ml de solution Ringer. Cette suspension constitue alors la dilution mère correspondante donc à la dilution 10^{-1} , introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile 1 ml de la SM, après l'homogénéisation dans un tube à essai contenant au préalable 9ml de même diluant, et ainsi de suite. Le nombre de dilution varie en fonction des germes recherchés (10^{-1} , 10^{-2} , ..., 10^{-7}) (Guiraud, 2003).

❖ Cas de produits liquides (arôme, eau de process, produit semi fini)

Les produits liquides sont directement considérés comme solution mère. Les dilutions décimales sont préparées de la même manière et dans les mêmes conditions que dans le cas des produits solides; la première dilution sera 10^{-1} .

I-3-2-Démembrement de la flore totale aérobique mésophile

Appelée aussi la flore mésophile aérobique revifiable, elle regroupe les bactéries aéro-anaérobique facultative, bacilles ou cocci, Gram positif ou négatif, proliférant à 30°C, apparaissent en culture solide sous forme de colonies différentes en taille et en forme (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

Ces microorganismes peuvent par leur quantité dégrader les denrées, altérer sa qualité marchande et provoquent des troubles digestifs ou allergiques chez le consommateur. Le dénombrement de la flore totale aérobique mésophile renseigne sur la charge microbienne du produit et le risque de présence de germes pathogènes.

➤ **Mode opératoire**

On ensemence à partir de chaque dilution, deux boites de Pétri à raison de 1ml et une boite pour le témoin gélosé, le dénombrement s'effectue sur gélose PCA en aérobiose à 30°C pendant 72h.

➤ **La lecture**

Apparition des colonies lenticulaires en masse (**Guiraud, 2003**).

I-3-3- Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes présentent des risques d'infections pour le consommateur et ils ont des conséquences technologiques négatives : fermentation des sucres avec production de gaz, d'acides et d'autres substances visqueuses à saveur souvent désagréable. C'est pour cela qu'on devrait s'assurer que leur nombre dans le produit alimentaire ne dépasse pas les normes. Les coliformes fécaux sont des germes d'indice de contamination fécale se caractérisent par leur pouvoir de se multiplier à 44°C.

➤ **Mode opératoire**

L'ensemencement est réalisé en double couche : on prépare deux boites de Pétri, la première est utilisé pour le témoin gélosé et la deuxième servira pour l'ensemencement, on verse dans la deuxième 1ml de la dilution ou de la solution mère, puis on verse environ 15ml de la gélose VRBL dans chacune des deux boites et on mélange l'inoculum avec le milieu en imprimant à la boite de Pétri un mouvement circulaire. Une fois la gélose se solidifie on ajoute la deuxième couche et on incube en anaérobiose pendant 24h à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

➤ **La lecture**

Les colonies sont ovales de couleur rouge violette en masse de 0,5 mm de diamètre pour les totaux et 1mm pour les fécaux (**Guiraud, 2003**).

I-3-4- Recherche et dénombrement des germes sporulés aérobies

La recherche des germes sporulés se fait après un choc thermique à 80°C pendant 10mn et un refroidissement rapide qui permet d'éliminer toute la flore et germination des spores. L'ensemencement se fait sur milieu PCA, l'incubation à lieu à 30°C pendant 48h.

I-3-5-Recherche et dénombrement des *Streptococcus thermophilus*

Ce sont des microorganismes thermophiles formant des colonies lenticulaires de 1 à 2mm de diamètre sur milieu M17. Ils ont un aspect macroscopique présentant des cellules sphériques ou ovoïdes (0,7 à 0,9 um de diamètre) par paires ou en chaîne longues. Elles sont Gram + et catalase négatifs.

- **Mode opératoire**

L'ensemencement se fait en masse sur milieu M17, préparer des dilutions de 10⁻¹ jusqu'au 10⁻⁸ à partir de produit fini, introduire 1ml de chacune des dilutions dans des boîtes de Pétri puis verser 15ml de milieu M17 et homogénéiser parfaitement, laisser solidifié puis incuber les boîtes à 37°C pendant 48h (**NF EN ISO 4833**).

I-3-6-Démembrement des levures et moisissures

Les moisissures saprophytes contaminent les aliments et les dégradent en point de vue qualitatif, certains sont toxiconogènes et représentent un danger pour le consommateur (**Bourgeois et Leveau, 1991**). Les levures ne posent pas de problème de toxi-infection alimentaire mais elles dégradent les produits acides et sucrés en modifiant la qualité organoleptique du produit, elles se multiplient entre un pH 3 et 7,5 et leurs températures de développement entre 25-28°C (**Guiraud et Galzy, 1980**).

- **Mode opératoire :**

L'ensemencement se fait en masse. On prépare deux boîtes de Pétri l'une comme témoin gélosé, l'autre pour introduire 1ml de la dilution 10⁻¹, puis on fait couler la gélose OGA dans les deux boîtes, en exerçant des mouvements circulaires et on incube à 25°C pendant 5 jours (figure 07).

- **Lecture**

Les deux types de microorganisme ont des morphologies différentes, donc on peut dénombrer chaque type à part :

- Les colonies des moisissures sont visibles à l'œil nu sous forme d'un feutrage plus ou moins épais et de coloration variable.

- Celle des levures, ont un aspect souvent identique aux colonies des bactéries et peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, de forme convexe ou plate, pigmentées en jaune, orange ou blanche souvent opaque (Leveau et bouix, 1993).

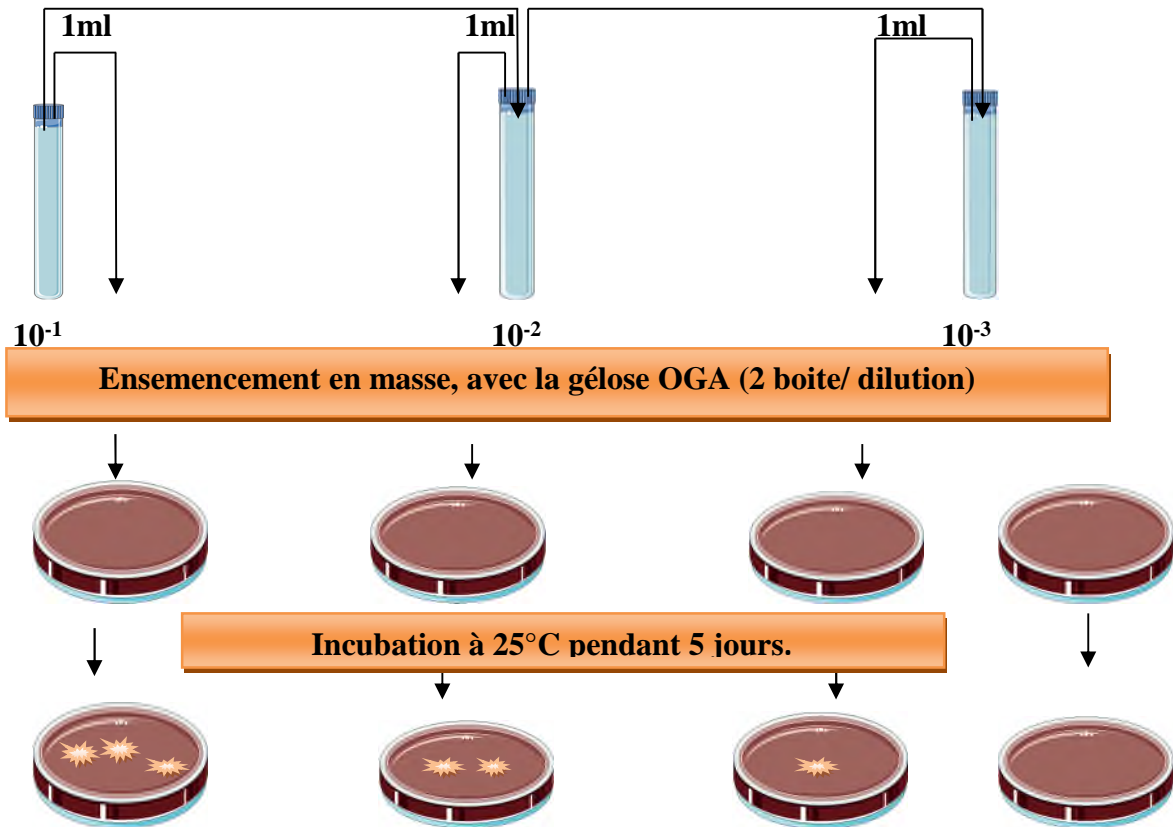


Figure 07: recherche et dénombrement des levures et moisissures.

I-3-7- Recherche des *Staphylococcus aureus*

Il appartient à la famille des micrococcaceae, l'espèce *Staphylococcus aureus* doit être recherchée dans la majorité des produits laitiers, elle est entérotoxigène et responsable d'une toxi-infection alimentaire (Gledel, 1988).

- **Mode opératoire :** Il se fait en deux étapes :

a) Enrichissement

On réalise un enrichissement en introduisant 1ml de la dilution 10^{-1} dans un flacon contenant 5ml de bouillon Giolitti contoni, on incube à 37°C pendant 24h.

b) Isolement

Il est réalisé par l'étalement de deux gouttes de flacon préparé précédemment sur la boîte de pétri contenant gélose Chapman mannite solide, puis l'incubation à 37°C pendant 48h à 72h.

➤ **Lecture :**

Apparition des colonies de taille moyenne, lisse brillante, pigmenté en jaune (**Sutra et al., 1998**).

I-3-8-Recherche des salmonelles

Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobie facultatifs, elles appartiennent à la famille des enterobacteriaceae, elles fermentent le glucose en acide lactique, elles sont catalase ⁺ et oxydase ⁻, elles provoquent des toxi-infections alimentaires, elles sont responsables des salmonelloses (**Gledel, 1988**).

Cette méthode se déroule en trois étapes :

a-pré-enrichissement

Mettre 10g du produit (poudre du lait, MGLA, produit fini) dans un flacon de 90ml de solution Ringer pour préparer la solution mère, incubation à 37°C pendant 24h.

b-enrichissement

Introduire un disque dans un flacon vide stérile puis ajouter 10ml de milieu SFB (bouillon sélénite cystéine) et quelques gouttes de la suspension de pré enrichissement (5 à 10 gouttes), incubation à 37°C pendant 24h.

c- Isolement

Il se fait sur la gélose SS (**Salmonelles Shigelles**) à l'aide de l'anse de platine prélever une goutte de milieu enrichi puis faire un ensemencement en strie dans des boîtes de pétri déjà coulées avec la gélose, puis incuber à 37°C pendant 24h à 72h.

➤ **Lecture**

Les colonies sont de taille moyenne, lisse, colorées en vert avec un centre noir.

I-3-9-Test de stress :

C'est l'examen de stabilité des produits finis dans des conditions défavorable dites « stressantes » pour le produit et qui sont essentiellement l'élévation de la température, en imitant le cas ou la chaîne de froid rompue pour certaines raisons. Donc, c'est pour voir la réaction du produit soumis à ces conditions.

Il consiste à conserver les produits (échantillons) dans deux chambres spéciales à ces conditions suivantes :

La première chambre : conservation à 30°C pendant 3jours.

La deuxième chambre: la conservation se fait à 25°C pendant 10jours.

L'analyse est basée sur la vérification de l'aspect des boites

-si elles ne sont pas gonflées sous l'effet de présence des microorganismes qui fermentent les sucres et produisent des gaz

-si elles ne contiennent pas des moisissures qui peuvent se développer aux températures de stress

- Il consiste à vérifier aussi la texture et la couleur et s'il n ya pas des impuretés physiques et de mauvaise odeur.

II-1- Résultat des analyses physico-chimiques

II-1-1- Matière première

❖ **Poudre de lait** : les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait sont présentés dans le tableau IV :

Tableau IV: Résultats des analyses physico- chimiques de la poudre de lait

paramètre Echantillon	EST(%)	MG(%)	PRO(%)	Acidité (°D)	pH
Lot	9,33	0	34,56	14	6,55
Normes DDA	9,00-9,95	≤0,1%	34,5-35,5	14-17	6,5-6,70

D’après le tableau IV, les résultats obtenus montrent que les paramètres physico-chimiques de la poudre de lait sont conformes aux normes exigées par l’entreprise, cela traduit la bonne qualité de la poudre de lait. Qui est due à :

- La bonne conduite de toutes les opérations lors de la fabrication de la poudre de lait.
- D’autre part, au bon entreposage au niveau de l’industrie.

La teneur en matière grasse est nulle, ce qui est expliquée par le fait que le lait utilisé pour la fabrication de cette poudre a subi un écrémage poussé. Cette faible teneur ne peut être que bénéfique car cela évite l’exposition de la poudre aux oxydations.

II-1-2- Produit semi-fini :

Les résultats physico-chimiques de produit semi fini à différents stades de fabrication sont récapitulés dans le tableau (**annexe VI**) et la variation des différents paramètres sont illustrés dans les figures suivantes :

❖ **Le pH**

La variation du pH au cours du process est illustrée dans la figure 08.

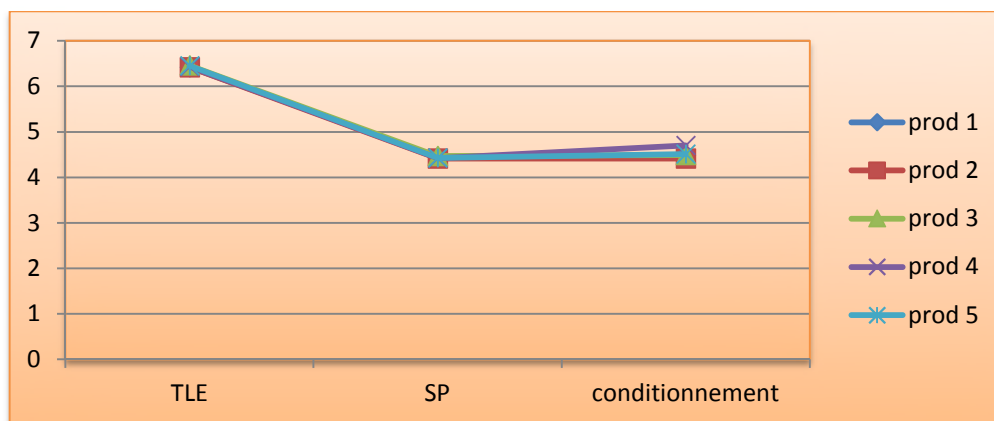


Figure 08: Variation de pH au cours du process.

Dans le tank de poudrage (TLE) le pH de mélange est proche de la neutralité pour les cinq productions (6,42; 6,46 ; 6,43) mais on constate qu'elle diminue à la sortie de pasteurisateur jusqu'à avoir un pH acide (4,47; 4,45; 4,43; 4,42; 4,41). Selon (Aurouze, 1983), cette baisse de pH est due au traitement thermique qui agit sur le lactose en le décomposant légèrement ainsi que sur la redistribution des minéraux Ca^{2+} , P et Mg^{2+} entre les phases aqueuses et colloïdales. Les valeurs de pH s'abaissent en continu (après l'ajout des ferments) jusqu'à la ligne de conditionnement pour avoir des valeurs de pH conformes aux normes de l'entreprise. Cette diminution est due à l'activité acidifiante des bactéries lactiques. En outre, l'acidification du produit dépend du taux d'ensemencement et la viabilité des ferments (Desmazeaud, 1994 et Lamontagne, 2002)

❖ La matière grasse :

La variation du taux de MG au cours de process de fabrication est présentée dans la figure 09.

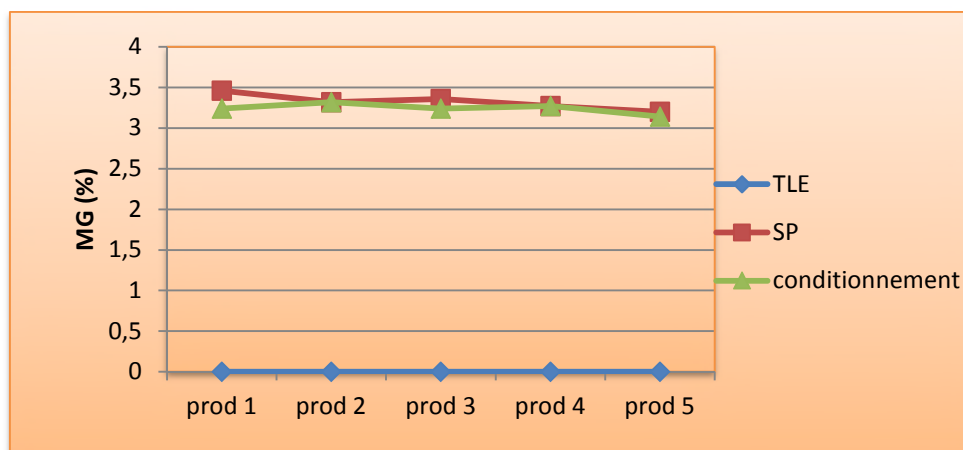


Figure 09 : Variation de la MG au cours du process.

D'après la figure 09, on constate que le taux de la matière grasse est nul dans le TLE pour les cinq productions, cela est dû à l'utilisation de la poudre de lait écrémé (à 0% MG). L'injection de MGLA se fait au moment de la pasteurisation (3,4%) c'est ce qui augmente le taux de MG à la sortie de pasteurisateur pour atteindre sa valeur maximale puis cette dernière diminue durant le process jusqu'au conditionnement pour atteindre les normes établies par l'entreprise. Cette diminution peut être due à l'ajout de différents ingrédients qui composent le produit, à l'adhérence de la MG dans les conduites et aussi durant l'agitation, la MG peut s'adhérer à la paroi interne du tank. Le taux de MG varie d'une production à une autre, cela est dû à la variation du débit d'injection de MGLA et à la quantité d'eau infiltrée lors des poussées.

❖ **Le taux de protéines :**

Le taux de protéines varie d'une étape à une autre au cours de process, cette variation peut s'exprimer dans la figure 10.

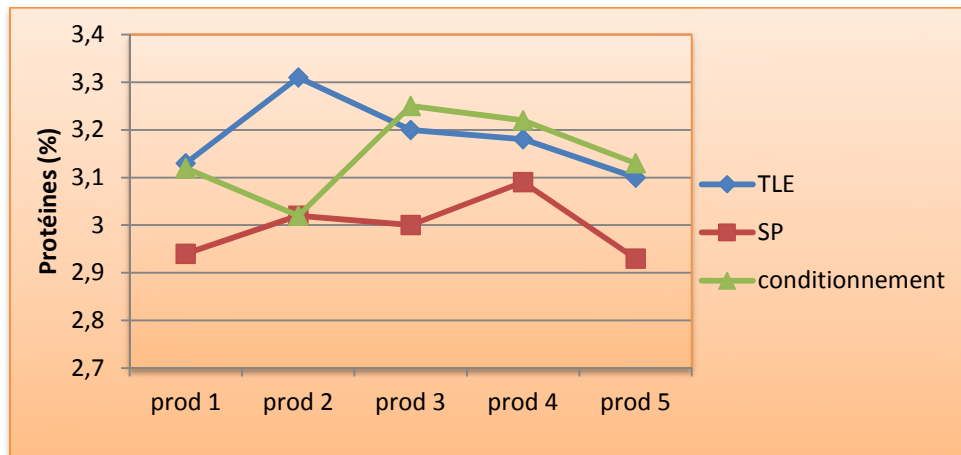


Figure 10 : La variation de taux des protéines au cours du process.

Les résultats enregistrés dans la figure 10 montrent que le taux de protéine est un peu élevé dans le TLE par rapport à la sortie de pasteurisateur pour les cinq productions, cette diminution peut s'expliquer par le phénomène de mouillage. On remarque aussi qu'il ya une légère augmentation du taux de protéine qui est de l'ordre de (0,1-0,2%) dans le produit fini (au conditionnement), cela est due à l'ajout de l'arôme dans le produit. Le taux de protéine varie d'une production à une autre, cela est due à la variation du taux de protéines de la poudre du lait ainsi qu'à la quantité d'eau ajoutée (variation du débit de la pompe d'injection d'eau et l'eau de pousse).

❖ **Extrait sec total (EST) :**

La variation de l'EST au cours de process est figurée dans le graphe suivant :

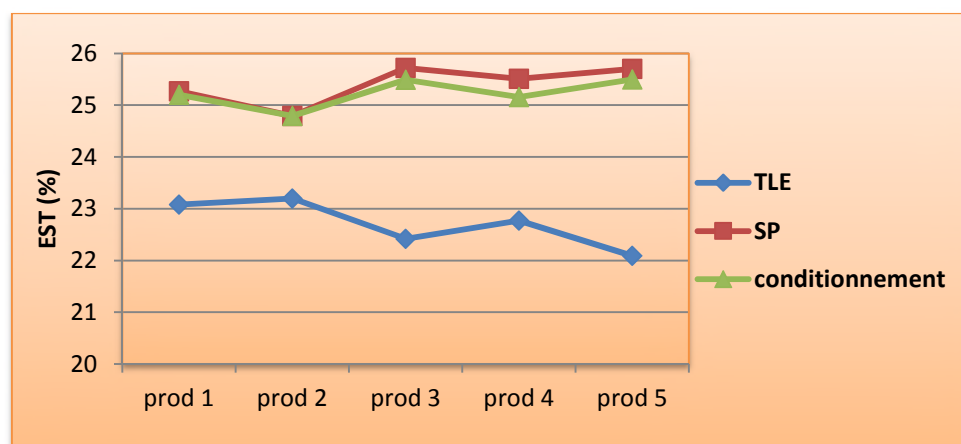


Figure 11 : Variation de taux de l'EST au cours de process pour les cinq productions

On constate que le taux d'EST varie d'une étape à une autre (**figure 11**), il ya une augmentation de l'EST à la sortie de pasteurisateur avec un écart de 2 à 3 %, cela peut être expliquée par l'addition de MGLA dans le mélange. On remarque que le taux d'EST diminue légèrement dans le produit fini (au conditionnement) pour les productions 3,4 et 5, cela est peut être du à la perte de la matière grasse dans les conduites ainsi qu'aux parois internes du tank. Le taux d'EST varie d'une production à une autre, cela peut s'expliquer par la variation de taux protéine et le taux de MG.

II-1-3- Produit fini

❖ Poids :

Les résultats de la mesure du poids des pots des différentes productions est indiquée dans la figure 12.

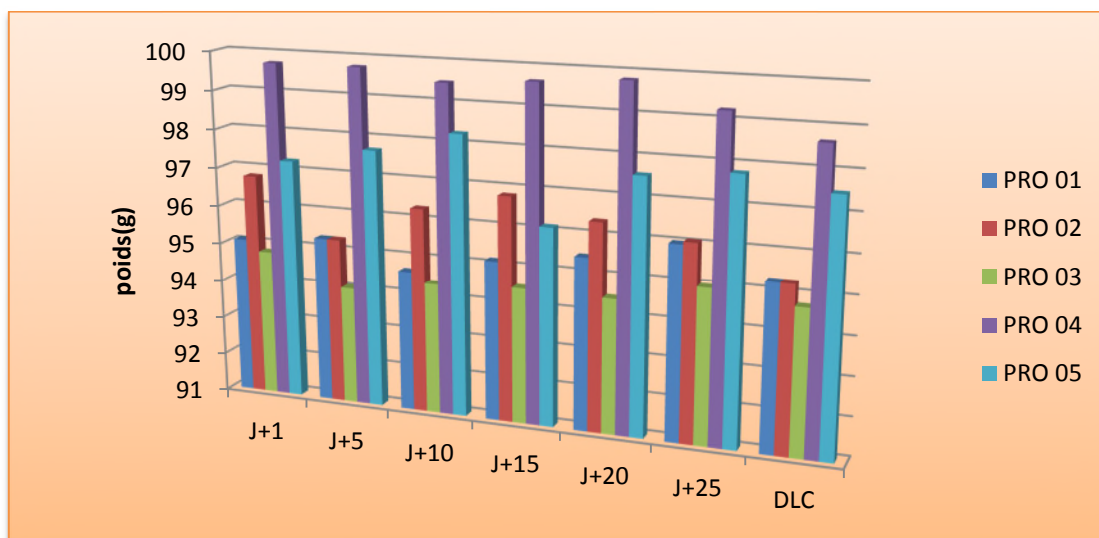


Figure 12 : Résultats de la mesure du poids pour les cinq productions.

La figure 12 montre que les résultats de la production 1 et 3 sont conformes aux normes établies par DDA (93-95g), tandis que les résultats des productions 2,4 et 5 dépassent les normes (>95g). Cette augmentation du poids peut engendrer une perte pour l'usine et un revenu pour le consommateur.

II-1-3-2- Le pH :

La détermination de pH est réalisée dans le but d'évaluer la qualité et la conformité du produit aux normes interne de l'unité DDA.

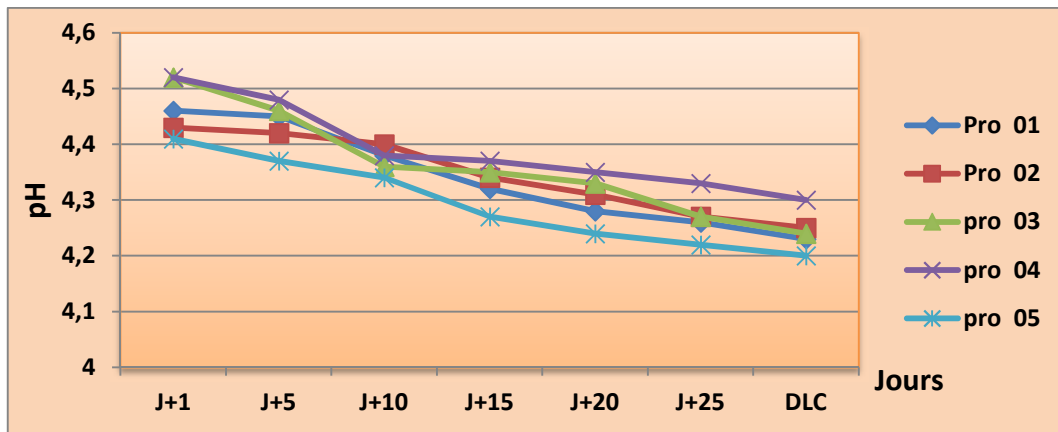


Figure 13 : Evolution de pH en fonction du temps pour les cinq productions.

Le pH joue un rôle non négligeable dans la qualité organoleptique du produit. Les résultats obtenus dans la figure 13, indiquent que la valeur de pH diminue tout au long de la période de conservation jusqu'à la DLC avec un écart de **0,2** pour les cinq productions. Ceci est dû à l'accumulation de l'acide lactique produit par les bactéries lactiques. La diminution du pH est faible pendant les derniers jours (avec un écart de **0,02**) qui se traduit par le nombre des bactéries lactiques qui s'y trouvaient en grand nombre les premiers jours et d'un nombre réduit dans les derniers jours. Cela peut être expliqué par l'effet de l'acidité sur les bactéries lactiques. D'après **Courtin et al., (2004)**, l'acidité du milieu inhibe la croissance de *Streptococcus thermophilus* alors que la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* ne s'arrête qu'au tour de pH égal à **4,40**.

❖ **La viscosité :**

La variation de la viscosité en fonction du temps est présentée dans la figure 14.

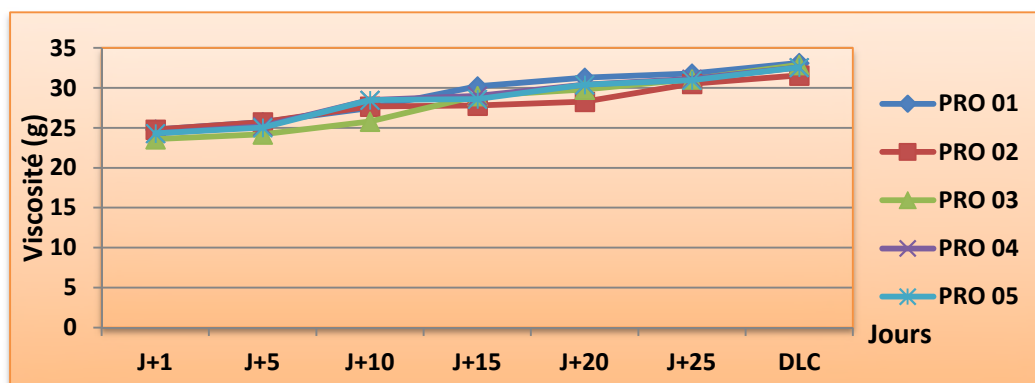


Figure 14 : Evolution de la viscosité pour les différentes productions

Les résultats illustrés dans la figure 14 indiquent que la viscosité de toutes les productions est conforme aux normes de l'entreprise (**26-30g**). Puis elle augmente progressivement en fonction du temps jusqu'à la DLC (**31g, 32g, 33g**). Il est important de souligner que la baisse

du pH augmente la viscosité de yaourt (**Paci Kora, 2004**). Cela est dû à la production d'acide lactique, la baisse de la température et la production des exo-polysaccharides par les bactéries lactiques pendant le stockage (**Lee et Lucey, 2010**).

La variation de la viscosité peut être causée par plusieurs paramètres tels que : la composition de la matière première utilisée (le taux d'extrait sec total et de protéines, MGLA et l'amidon), le type des ferments choisis, les étapes de processus de fabrication (agitation du gel dans le tank, le temps de réhydratation, la pression d'homogénéisation, la température de la sortie chaude et la durée de fermentation). La variation de la viscosité dépend aussi d'un facteur significatif qui est le pH de brassage, à pH faible, le gel montre une plus haute résistance à la rupture (**Renan et al., 2009**).

La matière grasse étant un composé anti-moussant et à viscosité élevée, sa présence réduit le taux de foisonnement du mélange. En deuxième lieu, une augmentation de matière grasse diminue d'autant la teneur en ESDL. Enfin, un pourcentage excessif de matière grasse peut entraîner une texture pâteuse, voire collante (**St-Gelais et Tirard-collet, 2002**).

Étant donné que la caséine est principalement dénaturée par l'acidité du milieu et que les protéines sériques, le sont par la chaleur, ces deux étapes qui sont l'acidification et le traitement thermique ont une grande influence sur la consistance et la viscosité de yaourt (**Lamontagne, 2002**).

Les micelles de caséine, peuvent être coagulées, précipitées pour former un gel par l'action d'acide. Les caséines sont essentiellement utilisées pour modifier la viscosité du fait de ces structures étendues et de leur capacité de rétention d'eau, plutôt que comme agents gélifiants (**Espina Perez, 2009**).

La pression appliquée lors de l'homogénéisation est le principal paramètre à prendre en compte. La grosseur des globules de gras après homogénéisation dépend de la pression qui a été appliquée. Plus la pression est élevée, plus les globules de gras sont petits. La viscosité de yaourt est directement proportionnelle à l'augmentation de la pression lors de l'homogénéisation (**Lamontagne, 2002**).

❖ **La relation entre le pH et la viscosité :**

Il existe une relation entre le pH et la viscosité de sorte que la variation de la viscosité dépend de la variation du pH, cela est démontré dans la figure 15.

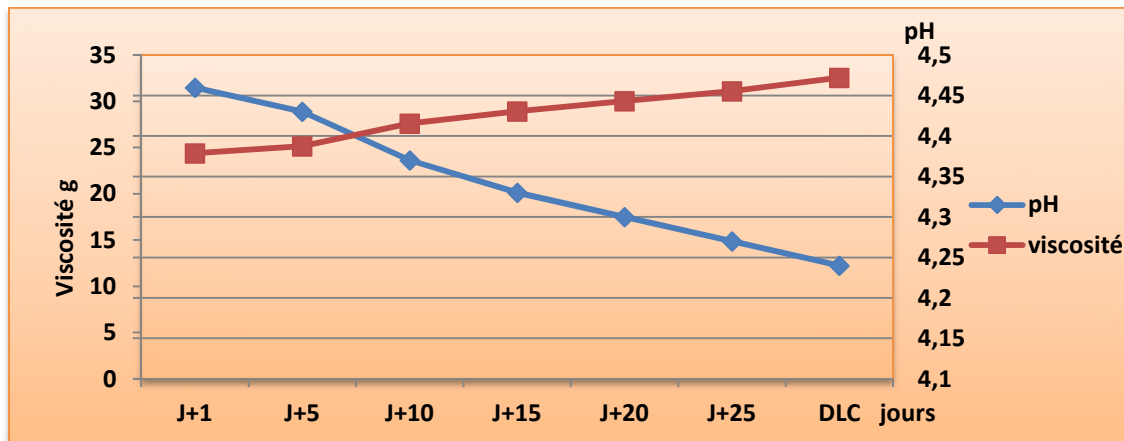


Figure 15 : La variation de pH et de la viscosité en fonction du temps

La figure 15 montre que la valeur du pH diminue en fonction du temps tandis qu'elle augmente pour la viscosité on peut conclure que la diminution de pH influence sur la variation de la viscosité. Lors de la baisse du pH, due à la fermentation lactique, les micelles de caséines subissent des changements substantiels. Le déplacement de l'équilibre acido-basique entraîne une diminution progressive de la charge ionique des micelles qui devient nulle. Une solubilisation du phosphate de calcium micellaire est observée, entraînant la dissolution de la structure micellaire (Tamime et Robinson, 1985). Pour des pH plus bas, des particules de caséines se créent à nouveau par la formation des liaisons hydrophobes, hydrogènes et électrostatiques. Bien qu'elles ressemblent aux micelles de caséines initiales, elles sont plus grosses et très différentes à cause de l'absence de phosphate de calcium. Les particules ainsi formées constituant un réseau donnant naissance à un gel retenant la phase aqueuse (Paci Kora, 2004).

Les caséines s'agrègent et précipitent quand le pH est ajusté à son point isoélectrique (pH=4,6 à 20°C). La précipitation à cette valeur de pH est dépendante de la température (Espina Perez, 2009).

L'acidification est plus rapides aux températures élevées mènerait à la formation des réseaux plus grossies. A des basses températures, les particules de caséines aura de plus hauts voluminosité, elle est probablement plus déformable qu'à température élevé due à moins interactions hydrophobe (Lucey et al., 1998).

❖ L'extrait sec total

C'est tous les constituants solides du yaourt, l'évolution de l'EST en fonction du temps est indiquée dans la figure 16.

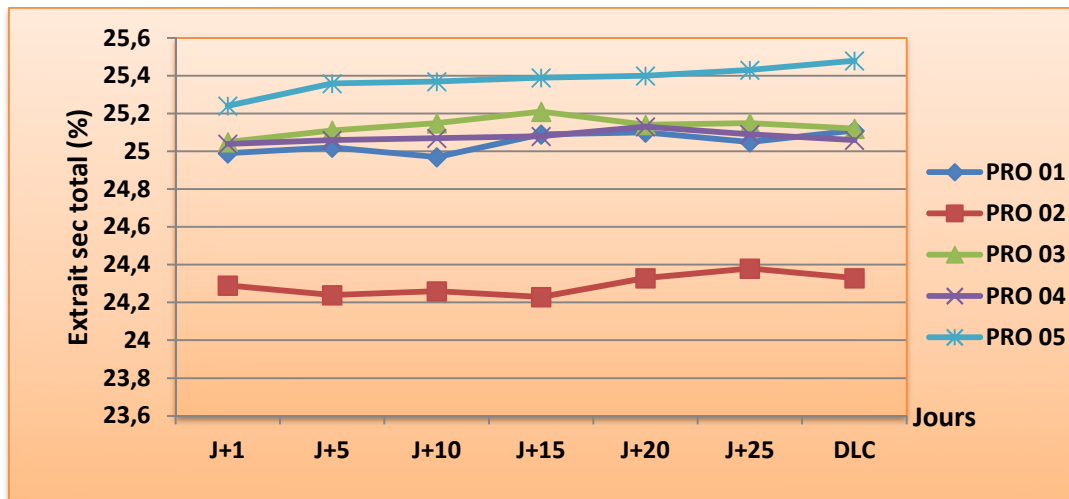


Figure 16: Evolution de l'EST en fonction du temps pour les cinq productions

Les résultats obtenus de la mesure de l'extrait sec total se situe dans la zone de conformité par rapport aux normes établies par l'entreprise (23,91-25,15 %) sauf pour la cinquième production qui se situe dans la zone de tolérance (23,72-25,34 %). Le taux d'extrait sec est stable durant la période de stockage pour les cinq productions.

Généralement la teneur de yaourt en EST est liée directement à sa teneur en matière grasse et en protéines (Boudier et Luquet, 1978). Les résultats de l'EST varient d'une production à une autre, cela peut être expliqué par le fait que l'agitateur dans le TSBL n'arrive pas au bas du tank ce qui induit à une précipitation des constituants solides donc le produit est sujet d'une décantation (Lamontagne, 2002). D'après Boudier la variation de l'EST peut être expliquée notamment par la longue durée de chauffage et d'agitation ce qui favorise l'évaporation de l'eau de produit.

❖ Matière grasse

La MG est parmi les composants importants de yaourt, l'évolution de la MG est illustrée dans la figure 17.

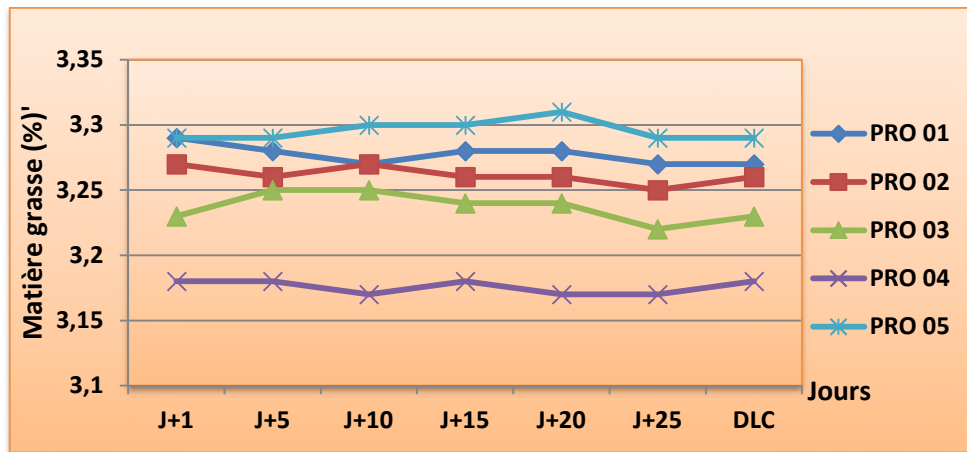


Figure 17: Evolution de la MG en fonction du temps pour les cinq productions

On remarque que le taux de la matière grasse est presque stable pendant la durée de stockage (figure 17). Les résultats obtenus montrent que le taux de matière grasse se situe dans la zone de tolérance (2,70-3,20 %) pour la production 4, tandis qu'il se situe dans la zone de rejet pour les autres productions (< 2,70% et > 3,20%). Cette différence en teneur en matière grasse peut être expliquée par une mauvaise homogénéisation et qui se traduit par une distribution aléatoire de celle-ci dans les pots.

❖ Les protéines :

La variation des résultats du taux des PRO est exprimée dans la figure 18.

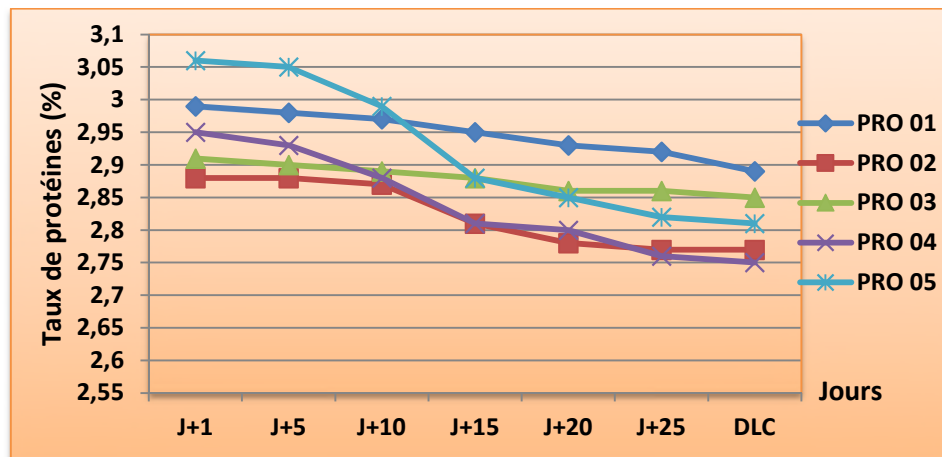


Figure 18: Evolution de taux de protéines en fonction du temps pour cinq productions.

Les résultats obtenus montrent que le taux de protéines se situe dans la zone de conformité (2,85-3,15 %) pour les cinq productions. D'après la figure 18, on note une légère diminution dans le taux de protéine durant le stockage qui peut être du à l'augmentation de l'acide lactique, puisque les protéines sont sensibles à l'acidité donc certaines d'entre-elles se dégradent à des pH bas. Ces variations sont imputables au développement des bactéries

lactiques (favorisé par la disponibilité des nutriments) qui acidifient le milieu par la production d'acide lactique (d'où baisse du pH) (Boubchir-Ladj, 2004).

II-2 Résultat des analyses microbiologiques

II-2-1-matière première :

Les résultats microbiologiques des différentes matières premières sont illustrés dans le tableau V :

Tableau V : Résultats des analyses microbiologiques des matières premières

Echantillon Germe (UFC/ml)	GAMT (30°C) (UFC/ml)	Coliformes totaux (UFC/ml)	Coliformes fécaux (44°C)	Flore sporulée aérobie (30°C)	Levures et moisissures (25°C)
Eau de process	03	00	00	00	/
Normes JORA (1998)	<100	<10	00	≤50	00
MGLA	00	00	00	40	00
Normes DDA	<10 ³	00	00	<500	/
Arôme	00	00	00	00	00
Normes DDA	<100	00	00	<10	<10

❖ Eau de process

Les résultats obtenus dans le tableau IV sont conformes aux normes **J.O.R.A(1998)**, l'analyse microbiologique de l'eau de process montre la présence d'un nombre infime des germes aérobies mésophiles totaux qui sont des germes de contamination hygiénique, tout en restant dans la norme recommandée par **J.O.R.A(1998)** ainsi que l'absence totale des germes pathogènes ce qui traduit la bonne qualité microbiologique de l'eau de process. Ceci peut être du à:

- l'efficacité du traitement, notamment la désinfection que subit l'eau de forage au niveau de l'unité. D'après **Cheftel et Cheftel, 1976** « la bonne qualité bactériologique que présente l'eau résulte de l'action germicide du chlore additionné lors de la phase de chloration » ;
- Le respect des conditions d'asepsie des prélèvements et de la manipulation des échantillons.

Selon **Luquet, (1990)**, l'eau de reconstitution représente une grande proportion dans la composition du lait, elle doit être de bonne qualité bactériologique.

❖ **MGLA et arôme**

Le tableau IV montre que les résultats des analyses microbiologiques des matières premières (MGLA et arôme) sont conformes aux normes établies par l'unité Danone, ce qui traduit la bonne qualité microbiologique de ces matières premières, cela peut être dû :

- Au respect des conditions d'hygiène lors de la fabrication, conditionnement, transport, et stockage des matières premières ;
- A la bonne pratique de nettoyage et de désinfection effectuée et aussi à la maîtrise de prélèvement.

❖ **La poudre de lait**

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait sont décrits dans la figure 19 (voir le tableau XVIII annexe VII) :

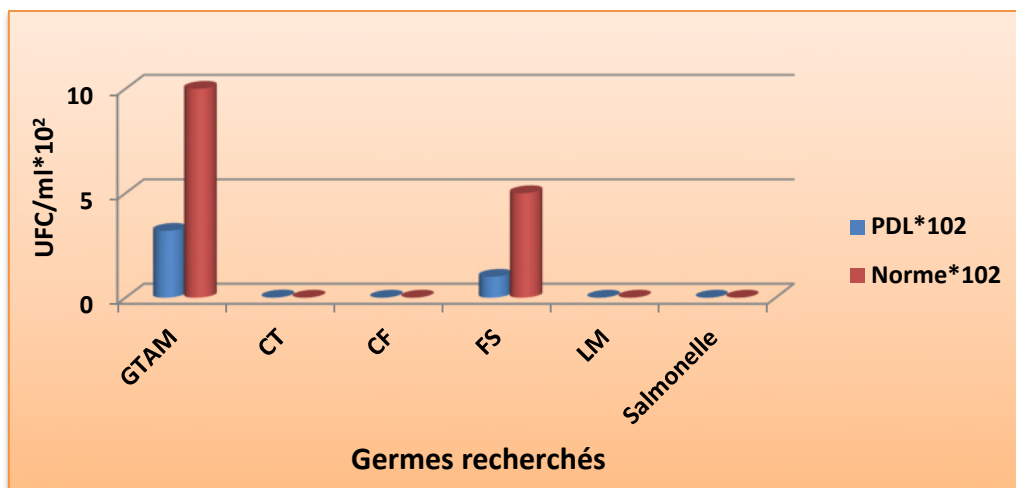


Figure 19 : Résultats de l'analyse microbiologique de la poudre de lait.

D'après la figure 19, nous constatons une conformité des résultats obtenus aux normes DDA, ce qui prouve la bonne qualité microbiologique de la poudre de lait et qui peut être lié :

- Au respect des conditions d'hygiène lors de la préparation de la poudre de lait, de conditionnement dans les pays d'origines ;
- Les bonnes conditions de stockage ;
- Le respect et la maîtrise des techniques de prélèvement et d'analyse ;

La poudre de lait utilisée est une poudre à 0% de MG, l'absence de la matière grasse lui a confie une bonne conservation du coté microbiologique. Cependant, cela n'a pas empêché d'avoir une charge en flore totale ainsi qu'en germes sporulés mais qui restent toujours dans les normes exigées par l'entreprise.

Cheftel et Cheftel, (1977), affirment que les matières premières doivent faire l'objet d'une surveillance attentive. Cette dernière permet de refuser les matières qui ne seraient pas dans l'état satisfaisant et qui apporteraient un nombre élevé de microorganismes et de matières étrangères.

II-2-2- Produits semi-finis

L'étude microbiologique est basée sur l'évolution des charges microbiennes initiales des cinq fabrications tout au long de process de fabrication de yaourt brassé creamix.

Les résultats des analyses microbiologiques des germes recherchés dans les produits semi finis sont mentionnés dans les figures 20 et 21 :

a) Au niveau de TLE

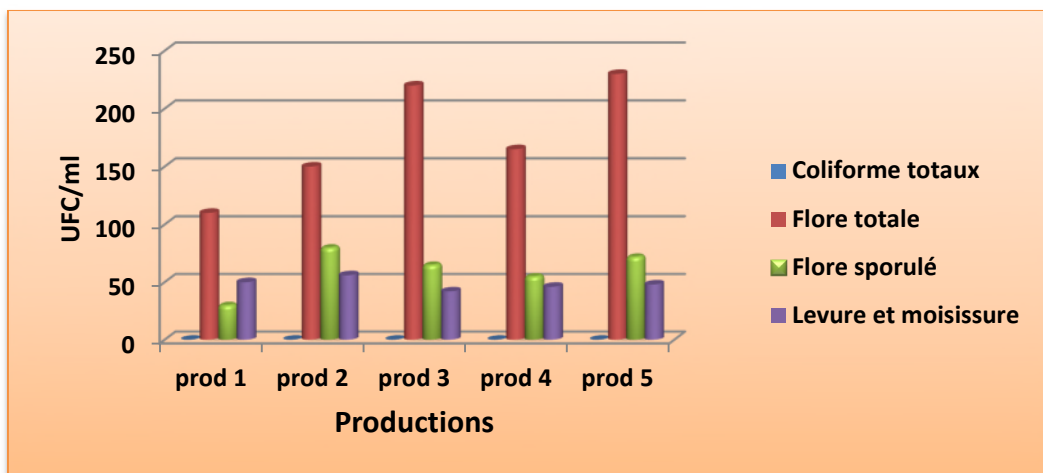


Figure 20 : Résultats de l'analyse microbiologique au niveau de TLE

Les résultats de la figure 20, témoigne l'absence totale des coliformes totaux et présence d'une charge élevée de la flore totale ainsi que les germes sporulés pour les cinq productions au niveau du tank de poudrage (TLE), ce qui est peut être du à :

- La contamination au cour de l'inclusion des différents ingrédients (cette étape se fait dans des conditions non stérile) ;
- A l'ajout de la poudre de lait écrémé qui contient initialement une charge microbienne que se soit en flore totale ou en germes sporulés.

On note aussi la présence d'une charge importante des levures et moisissures, cette surcharge microbienne peut être attribuée en grande partie à la salle de poudrage qui renferme un taux élevé des levures et moisissures (et le poudrage s'effectue dans des conditions non stériles). Cette salle est, en effet, considérée comme un carrefour de passage de personnel par le fait qu'elle se trouve à l'entrée de l'unité. En outre, les portes de ce compartiment sont toujours ouvertes pour approvisionnement en matières premières, ce qui l'expose à l'entré des

microorganismes de l'air extérieur, selon **Bourgeois et Leveau, 1991**, l'air est considéré comme un facteur de contamination.

b) A la sortie de pasteurisateur

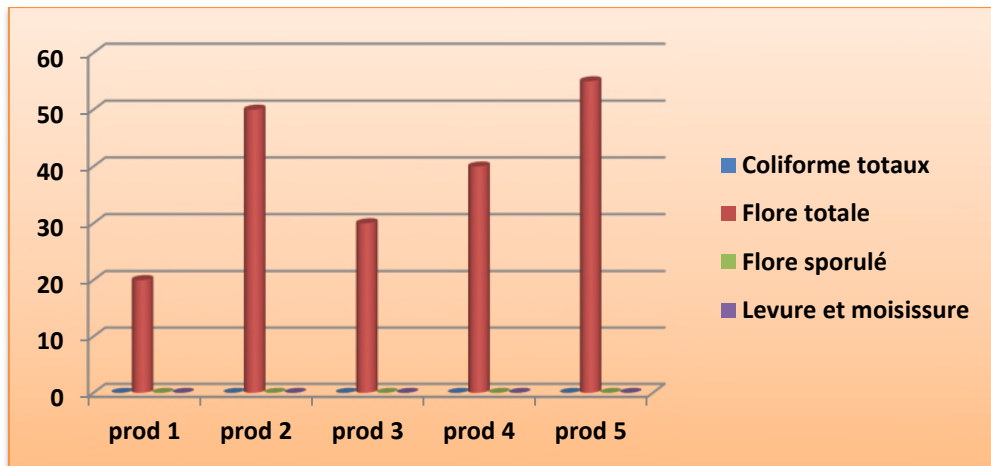


Figure 21 : Résultats de l'analyse microbiologique à la sortie de pasteurisateur.

D'après les résultats obtenus dans la figure 21 en les comparant avec les résultats précédents (au niveau de TLE), on note qu'il y a absence totale de la flore sporulée ainsi que les levures et moisissures et une réduction dans la charge de la flore totale pour les cinq productions, cela pourrait être principalement due à la fiabilité du traitement thermique (**95C°/5mn**). En effet, la pasteurisation permet la destruction des germes pathogènes et de la plus part des formes végétatives (**Bourgeois et al., 1996**). Selon (**Hermier et al., 1992**), la pasteurisation détruit plus de 1/3 des germes totaux par leurs thermosensibilité à une température allant de 50 à 75°C.

Le traitement thermique a un double rôle : il favorise la destruction des formes végétatives et la germination des spores (**Lubun, 1998 ; Bimbun et feutry, 2007**).

II-2-3-Le produit fini :

Les résultats de l'analyse microbiologique de produit fini des cinq productions sont illustrés dans les figures 22 et 23.

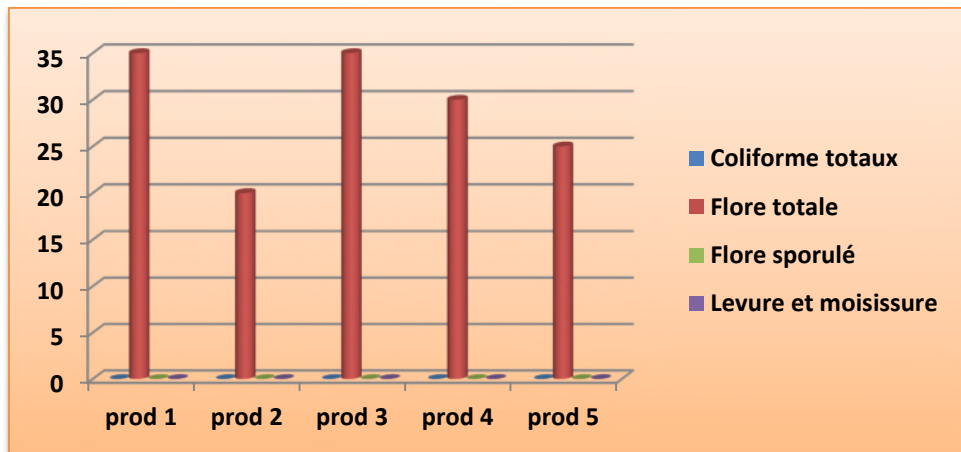


Figure 22: Résultats de l'analyse microbiologique du produit fini

Les analyses microbiologiques du produit fini montrent une absence totale des coliformes totaux ainsi que les levures et moisissures qui sont des germes de contamination (figure 22). Leur absence est notée pour l'ensemble des échantillons, ce qui confirme :

- L'efficacité du traitement thermique qu'à subi le produit semi fini ;
- L'efficacité du système d'hygiène et de nettoyage appliqué par l'unité NEP ;
- La qualité et la formation des pots qui est assurée par un système de thermoformage du plastique. La conditionneuse qui est muni d'un système de stérilisation à flux laminaire.

Le dénombrement de la flore indésirable permet d'apprécier la capacité de conservation des produits laitiers (Sodini et Beal, 2012).

Les bactéries lactiques peuvent aussi jouer un rôle dans la réduction ou l'élimination de la flore de contamination et ceux par la production des composés inhibiteurs d'agents antibactériens comme bulgarican de *Streptococcus thermophilus* et de l'eau oxygénée produit par *Lactobacillus bulgaricus* (Lamprell, 2003).

Les charges en flore totale qui sont apparues pour le produit fini, sont attribuées aux ferments lactiques qui sont ajouté pour la maturation de ce dernier.

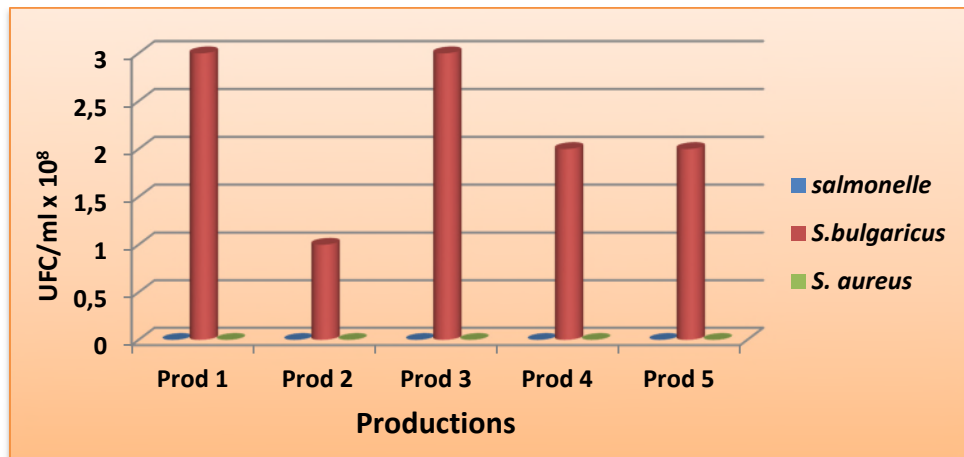


Figure 23 : Résultats de l'analyse microbiologique de produit fini.

Les résultats de la figure 23 montrent l'absence totale des germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Salmonelle*), leur absence est notée pour les cinq productions ce qui confirme :

- L'utilisation d'une matière première de bonne qualité hygiénique ;
- Des conditions de fabrication ont été convenablement respectées ;
- Les bons états des équipements, ainsi l'hygiène du personnel ;
- Le respect des normes des opérations de transformation et conservation des produits ;
- L'efficacité du traitement thermique.

Nous pouvons constater que le produit analysé ne présente aucun risque pour la santé de consommateur, car ce produit est exempt des bactéries pathogènes responsables de l'intoxication alimentaire.

La figure montre aussi les résultats de *Streptococcus thermophilus* qui varient d'une production à une autre et qui sont conformes aux normes **J.O.R.A 1998**($>10^7$ UFC/ml).

II-2-4-Test de stress :

Concernant les pots conservés dans les chambres de stress 3jours et 10 jours à 30°C et à 25°C respectivement, les pots de yaourt présentent une qualité microbiologique satisfaisante (absence de germes d'altération) ainsi que la qualité organoleptique de point de vue texture et gout. Ces résultats affirment la bonne qualité microbiologique de yaourt creamix.

Conclusion

Conclusion

Ce stage nous a permis d'acquérir certaines connaissances et compétences sur l'industrie laitière en générale, dont la fabrication de yaourt brassé particulièrement dans l'unité DANONE DJURDJURA ALGERIE.

Pour la réalisation de ce projet, il nous a fallu faire une série d'essais au niveau de laboratoire toute en respectant les méthodes d'analyses et les étapes de fabrication de yaourt brassé à l'unité DDA.

Dans le but de mener à bien ce travail, des échantillons ont été prélevés et analysé à différents stades de fabrication. Pour avoir des résultats représentatifs, le suivi a été effectué sur cinq productions tout au long de process de fabrication ainsi que pendant la période de stockage (30 jours).

Cette étude nous a permis de constater que l'ensemble des résultats microbiologiques et physico-chimiques des matières premières et des produits semi-finis sont conformes aux exigences des normes nationales et internationales.

Les résultats de suivi de la stabilité des cinq productions témoignent une bonne conservation des produits à 6°C jusqu'au jour de péremption et une bonne qualité physico-chimique et microbiologique.

Tous ces résultats démontrent l'efficacité de procédé de fabrication de yaourt brassé, ainsi que la fiabilité des équipements dont dispose l'unité.

Il serait intéressant:

- De compléter cette étude par l'évaluation de la qualité hygiénique ainsi que la qualité nutritionnelle durant la conservation à la température suscitée.
- D'instaurer un contrôle et un suivi le long de la chaîne de commercialisation jusqu'à la date limite de consommation en assurant la présence des facteurs de conservation.

Pour conclure, il est important de rappeler que nous n'aurions pas du aboutir à des résultats sans la pleine coopération de l'ensemble de personnel de l'unité DDA, surtout le respect professionnel envers la qualité et la conformité pour bien servir et satisfaire le consommateur.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

A

- AFNOR. (1999)** : lait et produits laitiers. Volume 1, 5ème édition. Paris. pp117-341
- Anonyme 2. (2000)**. Agropolis-Museum, exposition- aliments du monde-lait et produit laitier. <http://museum.agropolis.fr/pages/expos/aliments/lait/index.htm>
- Aurouze. B, (1983)**. Le yogourt, conférence donné à l' I.T.A., Saint-Hyacinthe.

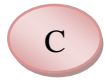
B

- Bimben E. et Feutry F. (2007)**. Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. Ed. INRA. Unité de recherches en technologie et analyses laitières et CDEO. Paris. P60.
 - Bergamaier D. (2002)**. Production d'exopolysaccharide par fermentation avec des cellules immobilisées de *lactobacillus rhamnosus* RW-959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat. Université Laval. Canada.95 : 1049-1057.
 - Boubchir-ladj K. (2004)**. Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam d'AKBOU. Mémoire de Magister : Sciences biologiques. Biochimie appliquée et biotechnologies. Université de Tizi-Ouzou. pp : 86.
 - Boudier J.F. (1990)**. Produits frais. In : lait et produits laitiers. Vache, brebis et chèvre. Lait de la mamelle à la laiterie. Ed. Technique et documentation. Lavoisier. 397p.
 - Boudier J.F et Luquet F.M. (1978)**. Utilisation de lactosérum en alimentation humaine et animale. N°21, édition APRIA, paris. pp 1-90.
 - Bourgeois C.M et Leveau J. Y (1991)**. microbiologie alimentaire. Tome 2. pp 31-34.
 - Bourgeois C.M, Mescle F et Zucca J. (1996)**. microbiologie alimentaire. Technique et documentation, tome 1/ aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. p 259.
 - Breslaw ES. (1973)**. La digestibilité des protéines du yaourt à différentes stades du processus in vitro. J food Sci 38 : pp1016-1021.
-

Références bibliographiques

-**Brule G . (1997)**. La micelle de caseine et la coagulation du lait. Le fromage : de la science à l'assurance-qualité. E. A. E. G. J. C. Ed. TEC et DOC. Lavoisier. Paris. 201p.

-**Brule G. et Lenoir J. (2003)**. La coagulation du lait ; in Eck A : Laits et produits laitiers. 2^{ème} Ed. TEC et DOC. Lavoisier. Paris. Pp : 1-20.



-**Caplice E. et Fitzgerald G.F. (1999)**. Food fermentations: role of microorganism in food production and preservation. International journal of food microbiology.P50: 131-149.

-**Carole L., et Vignola, (2002)**. Science technologique du lait et transformation du lait.349-354.

-**Cherry. (1980)**. les laits reconstitués et leur utilisation. Edition. Apria Paris.

-**Cheftel J.C. et Cheftel H. (1976)**. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed. Tac et Doc Lavoisier, Paris, Pp 4-56.

-**Cheftel J.C. et Cheftel H. (1977)**. Les principaux systèmes biochimiques alimentaires comportement au cours du traitement. In introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed Tec et Doc. Tome 2 .Pp .47.

-**Codex Alimentarius. (2007)**. Lait et produits laitiers. Première édition. Rome.

-**Courtin M., Monnet I. et Taylor A. (2004)**. Cell-wall proteinases Prt S and Prt B have a different role in *Streptococcus thermophilus* / *Lactobacillus bulgaricus* mixed cultures in milk. Microbiology, P148: 3413-3421.



-**Dellaglio F, Roissart H, Torriani S, Curk M et Janssens D. (1994)**. Caractérisation générales des bactéries lactiques. Ed. Tec et Doc. Lorica. pp : 25-116.

-**Desmazeaud M.J. (1994)**. métabolisme générale des bactéries lactiques. In : « Bactéries lactiques ». Vol I. chapitre I-4.Ed Lorica, pp 169-205.

-**Doleyres Y. (2003)**. Production en continue du ferment lactique probiotique par la technologie des cellules immobilisées. Thèse Doctorat. Université de Laval. Canada. 167p.

Références bibliographiques

-Dr. A. Passebecq, (1988). Votre santé par la diététique et l'alimentation saine. Edition Dangtes Lavoisier. 176p.

E

-Eck A. (1997). Les techniques industrielles. In : Lait et l'industrie laitière. Ed. Puf. Pp : 19-81.

-Espina Perez S.V. (2009). Fractionnement de protéines du lait par filtration dynamique. Thèse de Doctorat, spécialité Génie des procédés Industriels et développement Durable. Université de technologie Compiègne. Pp:142.

F

-FAO (1995). Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine : Alimentation et Nutrition 28p.

-FAO. (1998). Le lait et les produits laitiers dans l'alimentation humaine.

-Favier. J.C. (1991). Composition du yaourt. ORSTOM fonds documentaire. P 31 : 372-379.

G

Gledel.J.(1988). Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Technique et documentation (Lavoisier). Paris. France. pp. 53-66.

-Gosta. (1995). Manuel de transformation du lait. Ed. Tetra packs processing systems. Sweden. pp: 215-232.

-Guiraud JP. (2003). Microbiologie alimentaire. Ed DUNOD, 4^{ème} édition.Pp. 386-428.

-Guy, Linden, Demis et Lorient. (1994). Biochimie agro-alimentaire. p241.

-Guiraud J. et Galzy P. (1980). Analyse microbiologique dans l'industrie agro-alimentaire. Ed. Lusine nouvelle. pp 43-76.

Références bibliographiques

H

-**Hermier J. ,Lenoir J. et Weber F. (1996)**. Groupe d'intérêt laitier. Ed. Cepil. Paris. P94.

-**Heyman M. (2000)**. Effect of lactic acid bacteria on Diarrheal Diseases. Journal of the American College of Nutrition, Vol. 19, No. 2, 137-146.

J

-**Jeantet R. Schuck P. (2008)**. Produit industriels laitiers. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. PP: 03-10.

K

-**Kamaly K.M. et Marth E.M. (1989)**. Journal dairy Sci, p 72: 1945.

L

-**Lamotagne (2002)**. Les laits fermentés. In science et technologie du lait, transformation du lait. Ed presses international polytechnique. Montréal pp. 443-469.

-**Lamontagne M, Claude P, Champane C.P, Moineau S, Gardner N et Fiss I. (2002)**. Microbiologie du lait. In : sciences et technologie du lait. Ed. Fondation de technologie laitière du québec Inc. ST. Laurent. Ecole polytechnique de Montréal. Pp : 89-90.

-**lamoureux L. (2000)**. Exploitation de l'activité B-galactosidase de culture de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Mémoire de maitrise. Université de Laval. Canada. P 183.

- **Lamprell H. (2003)**. Production des entérotoxines dans les fromages en fonction de la diversité phénotypique et génétique des souches de *Staphylococcus aureus*. Thèse de doctorat, spécialité « science des aliments », Ecole national de biologie appliquée à la nutrition et à l'alimentation, Bourgogne, France.190p.

-**Larpent J.P et Bourgeois. C.M. (1989)**. Microbiologie alimentaire. Ed, Tec et DOC lavoisier. paris. 46 :1-117.

-**Lee J.W. et Lucey J.A. (2010)**. Formation and physical proprieties of yughurt. p23:
1127-1136.

Références bibliographiques

-Leveau J.Y. (1991). Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Ed. V.3 APRIA.

-Leveau J. Y et Bouix M. (1993). Les microorganismes d'intérêt industriel.

-leory F, Degeest B et De vuyst L., (2002). A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods. *International journal of food microbiology* 73:Pp 251-259.

-Luban D (1998). Lait de consommation et les produits laitiers dans la nutrition humaine. In : Collection FAO. Luppier J. Pp: 113-152.

-Lucey J.A., Tamehana M, Singh H. et Munro P.A. (1998). A comparison of the formation, rheological properties and microstructure of acid skim milk gels made with a bacterial culture or glucono-lactone. *Food Research International*, Vol. 31, N° .2.147-155.

-Luquet F. M. (1986). Lait et produits laitier vache, brebis, et chèvre : qualité, énergie et table de composition ; volume 3. Technique et documentation : Lavoisier. Pp 35-384.

-Luquet F.M. (1990). Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre .Transformation et technologie. Ed. Technique et documentation. Lavoisier. 633p.

M

-Malonga M. (1985). Etude de la fabrication des yaourts en république populaire du CONGO. Essais d'améliorations. Thèse du doctorat de troisième cycle spécialité : sciences alimentaires. L'université de Clermont II. Pp : 174.

-Mahaut M, Jeantet K, Schuck P et Brute G. (2000). Les produits industriels laitiers. Ed. Lavoisier. 178p.

-Marty-Teyssset C et Garel J.R. (2000). Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* upon aeration. In: involvement. *Applied on environmental Microbiology*, 66: 262-267.

N

Références bibliographiques

-Ngounou C. Ndjouenken R., Mbofung F. et Noubi I. (2003). Mise en évidence de la biodisponibilité de calcium et magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolé du lait caillé de Zébu. *Journal of food Engineering*, 57 : 301-307 .

P

-Paci kora E. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quel impacts respectifs sur le perception de la texture et de la flaveur ? Thèse de doctorat. Institut national agronomique PARIS-Grignon. 205p.

-Perez S., Mazeau K. et Hervé C. (1991). The three dimensional structures of pectin polysaccharides. *Plants Physiology and Biochemistry*, 38: 37-55.

-Pougheon S. (2001). Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat spécialité vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de TOULOUSE. 102p.

Poznanski S, Lenoir J, Mocquot G. (1965). La protéolyse de la caséine par les enzymes intracellulaires de certains bactéries. *Lait* 45, 3-26

R

-Renan M, Paquet D, Gyomarc'h F, Arnauld-delest V, Brulé G et Famelart M.H.(2009). Rheological properties of stirred as affected by gel pH on stirring, storage temperature and pH charges after stirring. *International diary journal*. Pp. 142-148.

-Roissart H. et Luquet F.M. (1994). Bactéries lactiques. Aspect fondamentaux et technologiques. Ed. Loriga.

-Roupas. P.(2008). Special Issue: Food Innovation: Emerging Science, Technologies and Applications (FIESTA) Conference *Volume 9 de Innovative food science & emerging technologies*. 116p.

-Rousseau M. (2005). La fabrication du yaourt. Les connaissances. INRA. P9.

-Roussel Y, Pebay M, Guedon G, Simont J.P et Decarison B. (1994). Physical and genetic map of *streptococcus thermophilus* A054. *journal of bacteriology*, P176: 7413-7422.

Références bibliographiques

S

- Schmidt T, Tourneur C. et Lenoir D. (1994)**. Fonction et choix des bactéries lactiques laitiers. In : « bactéries lactiques ». De Roissart H. et Luquet F. Ed. Loriga. Paris. Pp : 37-46.
- Serra M., Trujillo A.J., Guamis B. et Ferragut V. (2009)**. Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yoghurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. Food hydrocolloids, 23: 82-91.
- Sodini C. et Béal I. (2008)**. Fabrication des yaourts et laits fermentés.
- Sodini I. et Beal C. (2012)**. Fabrication des yaourts et laits fermentés. Ed. Technique de l'ingénieur. F6315. Pp : 02-16.
- St-Gelais D. et Tirard-collet P. (2002)**. Fromage. In« science et technologie du lait, transformation du lait ». Ed presses internationals polytechnique. Pp: 349-441.
- Stead D. (2006)**. Laits fermentés.
- Sutra L., Federighi M. et Jouve J-L. (1998)**. Manuel de bactériologie alimentaire. Ed. Polytechnique, Paris. Pp 65-120.
- Syndifrais.(1997)**. Yaourts, laits fermentés in « lait ». 77 : 321-358.

T

- Tamime A. Y. et Deeth H.C. (1980)**. Yogurt. Technology and biochemistry. Journal of Food protection, 43: 939-977.
 - Tamime A. Y. et Robinson, R. K. (1985)**. Background to manufacturing practice. In yoghurt. Science and technology. Tamime, A.Y. & Robinson, R.K. (Eds), Pergamon Press, Paris. pp 7-90.
 - Tamime A.Y. et Robinson R.K. (2007)**. Background to manufacturing practice. In: yogurt, Science and Technology. Tamime A.Y. et Robinson R.K. Ed. Perpignan press. pp: 70-90.
 - Tamime A.Y. et robinson R.K. (1999)**. Yoghurt science and technologie, 2nd Ed. Cambridge : woodhead publishing.
-

Références bibliographiques

-**Tome. D. (2002)**. Lait fermentés ; les antiques vertus aux nouvelles propriétés. Article : le quotidien du médecin.

-**Trémolière J. (1984)**. Manuel de l'alimentation humaine: les aliments; tome 2. Edition : ESF.

V

-**Van de Water J. ,Keen C. I et Gershwin ME. (1999)**. The influence of the chronic yaourt consumption of immunity.J Nut, 129: 1492-1425

- **Vignola C.L. (2002)**. Science de la technologie du lait: Transformation du lait. Ed. Ecole polytechnique de Montréal. 600p.

Y

-**Yao A. A, Egounlety M, Kouame L.P. et Thouart P. (2009)**. Les bactéries lactiques dans les aliments ou boissons amylicés et fermenté de l'Afrique de l'Ouest : leur utilisation actuelle.ann.Méd. Vét .153 : 54-65

Annexes

I. Présentation de l'organisme d'accueil (DDA)**1. Historique de DANONE**

Les origines du groupe Danone remontent en 1966, l'or que la fusion de deux sociétés françaises verrières qui a donné naissance à la société Boussois Souchon Neuversel (BSN).

En 1973, BSN et Gervais Danone, un groupe alimentaire français, réalisent un chiffre d'affaire important dans les produits laitiers et les pâtes, ont fusionné devenant ainsi le premier groupe alimentaire français.

En 1980, le groupe BSN était alors le troisième groupe agroalimentaire européen et le premier en France, en Italie et en Espagne.

En 1994, le groupe BSN a décidé de se rebaptiser groupe Danone.

En 1997, le groupe Danone a engagé un important programme de recentrage sur trois métiers prioritaires à vocation mondiale : produits laitiers frais, boissons et biscuits, snacks céréaliers.

Le groupe Danone est le premier producteur mondial de produit frais.

2. Laiterie Djurdjura

C'est en 1984, que mûrit dans l'esprit du groupe Batouche, l'idée de création d'une petite unité de fabrication de yaourt dans la région d'Ighzer Amokrane avec des moyens très limités, l'unité n'a démarré qu'avec une remplisseuse de pots préformes d'une capacité de 1000 pots/heure.

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 production 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 nouvelle conditionneuse est arrivé avec une capacité de production de 9000 pots/h.

En 1995, l'entreprise Djurdjura acquiert de 02 conditionneuses de 7000pot/h.

En 1999, construction d'une deuxième usine de fabrication des produits laitiers : fromage fondu, fromage a pate pressée, camembert.

La dénomination sociale de l'entreprise : laitière Djurdjura.

Siège sociale de l'entreprise : laiterie Djurdjura, zone industrielle d'Akbou 06200 wilaya de Bejaia Algérie.

3/Partenariat Danone Djurdjura Algérie(DDA) SPA

En octobre 2001, signature de l'accord de partenariat entre le groupe Danone et la laiterie Djurdjura, leader du marché des produits laitiers frais, en prenant une participation de 51% dans la société Danone Djurdjura Algérie SPA (DDA).

Après l'année 2002 consacrée à rénover le site d'Akbou et mettre en place des outils nécessaires à l'expansion future, la marque Danone a été lancée en aout 2002.

La dénomination des deux sociétés après le partenariat est <<Danone Djurdjura SPA >>.

4/situation géographique :

Danone Djurdjura Algérie SPA est implantée :

Dans une zone industrielle <<teharacht>> véritable carrefour économique de Bejaia .de quelque 50 unités de production agroalimentaires sont en cour d'expansion :

A 02 km d'une grande agglomération (Akbou) .

A quelque dizaine de mètre de la voie ferrée.

A 60 km de Bejaia chef lieu de la région et pole économique impotent en Algérie dotée d'un port à fort trafic et un aéroport international.

A 170 km à l'est de la capitale Alger.

Par ailleurs on trouve des acteurs économiques important tel que : Candia, Soummam, Ifri,...ect

L'année 2003 a été très bonne pour DDA, elle a connu une croissance en, chiffre d'affaires supérieure à 60% et s'emparât de marché en valeur est passée de 28% à 35% et elle devient nettement leader du marché des produits laitiers frais.

Tableau VI : Classification de la poudre du lait

Type de lait en poudre	La teneur en MG (%)
de lait entier	≥ 26
Poudre de lait demi écrémé Poudre	22
Poudre de lait écrémé	$\leq 1,5$

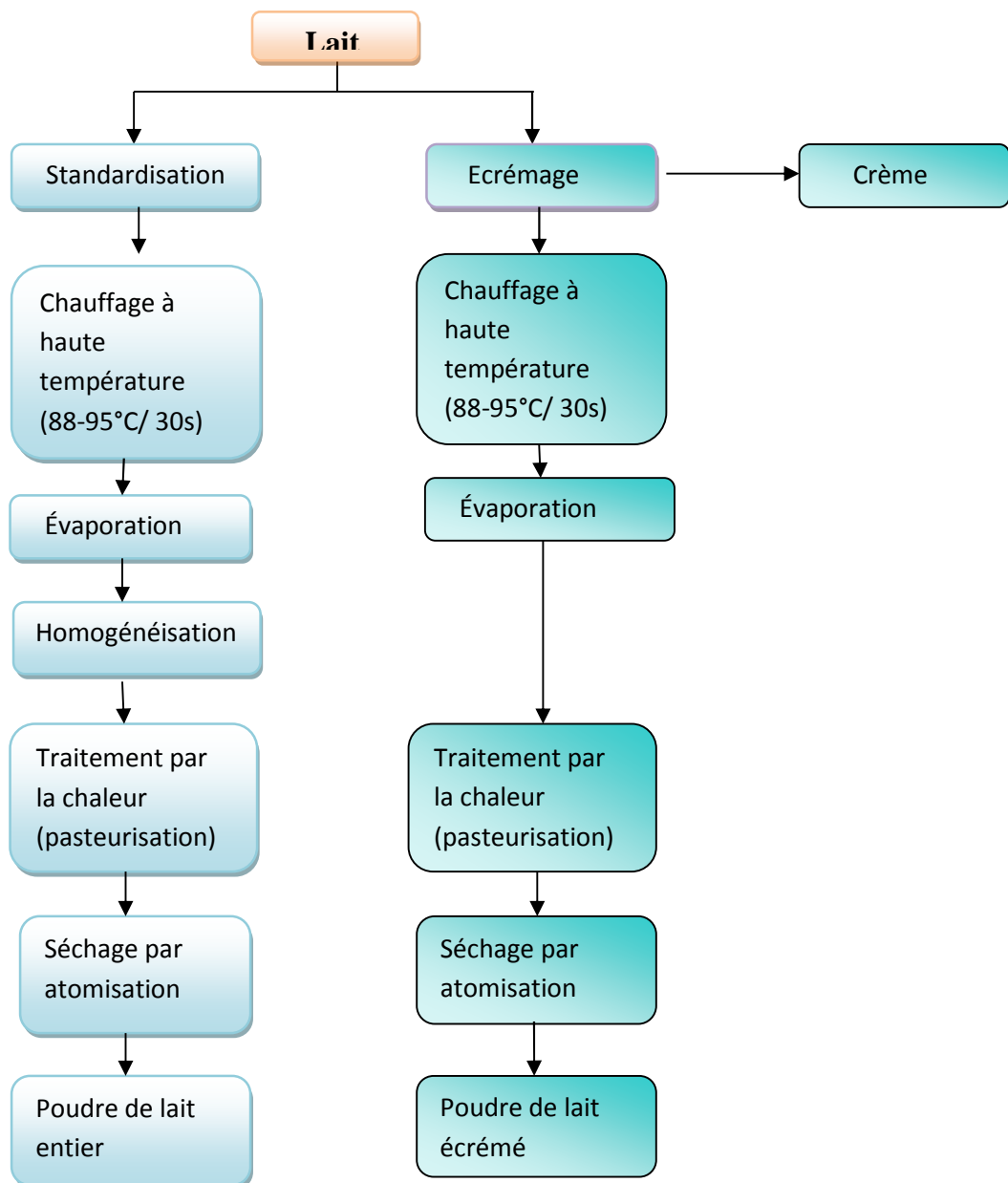


Figure 24 : Diagramme de fabrication de lait en poudre (M.Luquet, 1985).

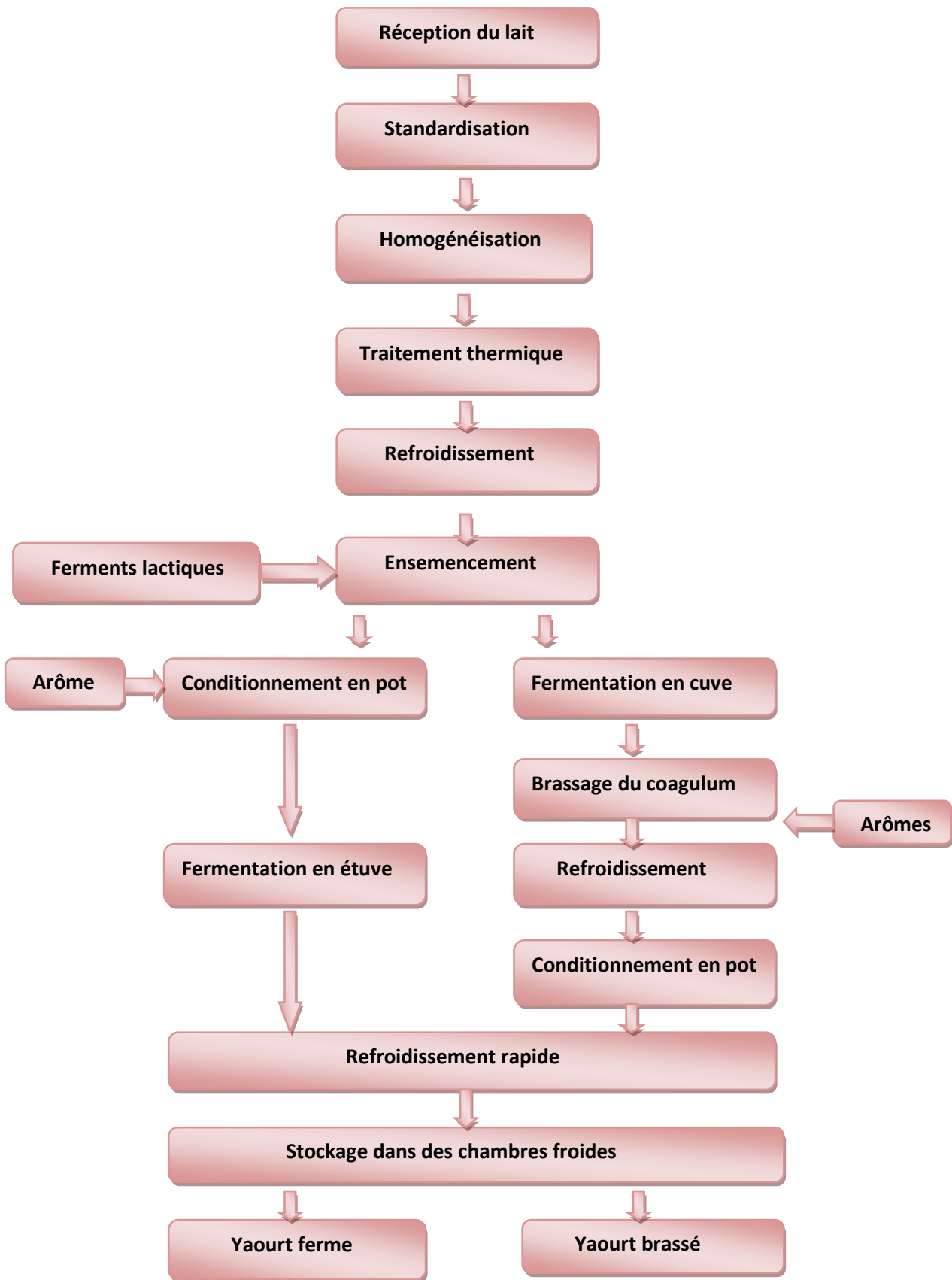


Figure 25 : Diagramme général de fabrication de yaourt ferme et brassé (Sodini et Béal, 2008).

Les équipements	Appareillages
<ul style="list-style-type: none">▪ Baromètre.▪ Bec bunsen.▪ Boites Pétri.▪ Burettes.▪ Butyromètre▪ Coton.▪ Ciseaux.▪ Eprouvettes graduées.▪ Flacons de 250ml.▪ Filtre.▪ Fioles graduées▪ Papier.▪ Pipettes graduées. (1.2.5.10 ml).▪ Pipettes Pasteur.▪ Porte tube porte pipette▪ Spatule.▪ Tubes à essais.	<ul style="list-style-type: none">▪ Agitateur (Velp Scientifica : ARE Heating magnetic Stirrer)▪ Autoclave.▪ Balance analytique (Adventurer TM OHAUS).▪ Bain marie (memmert 8L)▪ Centrifugeuse (FUNK-GERBER)▪ Dessiccateur infra rouge(SARTORIUS)▪ Distillateur.▪ Four pasteur.▪ PH mètre (HANNA HI 2210)▪ Plaque chauffante.▪ Réfrigérateur(E.N.I.E.M)▪ Viscosimètre (TAXT EXPRESS)▪ Vortex (Velp scientifica)

Liquide Ringer (LR)

Comprimé de Ringer

Composition :	(g/l)
• Chlorure de sodium.....	9
• Chlorure de potassium.....	0,42
• Chlorure de calcium.....	0,48
• Bicarbonate de sodium.....	0,2

Gélose pour dénombrement (PCA)

Composition :	(g/l)
• Tryptone	5
• Extrait autolytique de levure.....	2,5
• Glucose.....	1
• Agar agar bactériologique.....	12
PH du milieu.....	7,0(+/-) 0,2

Gélose Oxytétracycline glucose Agar (OGA)

Composition :	(g/l)
• Extrait de levure.....	5
• Glucose.....	20
• Gélose.....	16
PH du milieu.....	7

Gélose (violet, Read, bile, Agar) (VRBL)

Composition :	(g/l)
• Peptone.....	7
• Extrait de levure.....	3
• Lactose.....	10
• Chlorure de sodium.....	5
• Mélange de sels biliés.....	1,5
• Rouge neutre.....	0,03
• Cristal violet.....	0,002

- Agar Agar13
- Eau distillée.....1000ml
- PH du milieu.....7,4

Gélose Chapman au mannitol

- Composition :** (g/l)
- Tryptone.....5
 - Peptone pepsique de viande.....5
 - Extrait de viande.....1
 - Mannitol.....10
 - Chlorure de sodium.....75
 - Rouge de phénol.....0 ,025
 - Agar agar bactériologique.....15
 - PH du milieu...7,4 (+/-) 0 ,2

Bouillon Giolliti Contonii

- Composition :** (g/l)
- Peptone de caséine.....10
 - Extrait de viande.....5
 - Extrait de levure5
 - Chlorure de lithium.....5
 - D-mannitol.....20
 - Na Cl.....7, 5
 - Glycine.....1,2
 - Pyruvate de sodium.....3
 - Eau distillée.....1000ml

Gélose viande foie (VF)

- Composition :** (g/l)
- Extrait viande foie.....30
 - Glucose.....2
 - Amidon.....2
 - Gélose.....12
 - PH du milieu.....7,6

Gélose M17

Composition :	(g/l)
• Peptone de farine de soja.....	5,0
• Peptone de viande.....	2,5
• Peptone de caséine.....	2,5
• Extrait de levure.....	2,5
• Extrait de viande.....	5,0
• D-lactose.....	0,5
• Acide ascorbique.....	0,5
• Na b glycérophosphate.....	19,0
• Sulfite de magnésium.....	0,25
• Agar-agar.....	12,75
PH de milieu.....	7,2

Gélose pour Salmonella-Shigella (SS)

Composition :	
• Peptone	10
• Extrait de viande.....	5
• Lactose	10
• Sel biliaires.....	6
• Citrate de sodium.....	8,5
• Citrate de fer ammoniacal.....	1
• Hyposulfite de sodium.....	8,5
• Rouge neutre.....	25
• Vert brillant.....	0,33
• Gélose.....	13
PH du milieu.....	7

Tableau VII : Résultats des analyses physico-chimiques des produits semi-finis au cours du process

Production	poudrage				Sortie pasteurisateur				conditionnement			
	PH	MG(%)	PRO(%)	EST(%)	PH	MG(%)	PRO(%)	EST(%)	PH	MG(%)	PRO(%)	EST(%)
08/03/2014	6,42	0	3,13	23,08	4,45	3,46	2,94	25,27	4,48	3,24	3,12	25,2
09/03/2014	6,42	0	3,31	23,08	4,41	3,32	3,02	24,79	4,41	3,32	3,02	24,79
10/03/2014	6,46	0	3,2	22,42	4,47	3,36	3	25,72	4,49	3,24	3,25	25,82
11/03/2014	6,43	0	3,18	22,77	4,42	3,27	3,09	25,51	4,7	3,27	3,22	25,16
12/03/2014	6,45	0	3,1	22,09	4,43	3,2	2,93	25,7	4,51	3,14	3,13	25,5

Tableau VIII: Les résultats des analyses physico-chimiques de la première production.

Production N°1 DLC 09/04																		
	Poids			Viscosité			PH			EST			PRO			MG		
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 1	Essai 2	Essai 3
J+1	95,19	95,8	94,3	25,6	22,8	26,1	4,46	4,47	4,47	24,9	24,97	25,11	2,88	2,81	3,28	3,27	3,33	3,29
J+5	94,76	94,97	96,22	28	25	24,3	4,56	4,44	4,37	25,03	25,04	25,01	2,93	3,03	2,99	3,3	3,31	3,28
J+10	94,71	94,31	94,93	29,5	24,9	28,1	4,39	4,38	4,38	24,9	24,93	25,09	3,01	2,96	2,94	3,3	3,28	3,26
J+15	93,93	96,14	95,37	31	30,1	29,6	4,32	4,27	4,31	25,03	24,93	25,32	2,9	2,93	3,04	3,31	3,26	3,28
J+20	95,98	94,52	95,88	30,8	31,9	31,2	4,29	4,29	4,27	25,12	25,01	25,18	2,89	2,93	2,97	3,28	3,27	3,3
J+25	95,2	94,73	94,95	30,6	32,8	32,1	4,24	4,22	4,21	25,04	25,3	25,15	3	2,97	2,79	3,3	3,28	3,26
DLC	94,89	95,2	95,8	33,5	31,8	33,2	4,21	4,2	4,22	25,17	25,19	25,11	2,99	2,86	2,82	3,27	3,29	3,23

Tableau IX : Les résultats physico-chimiques de la deuxième production

Production N°2 DLC 10/04																		
	Poids			Viscosité			PH			EST			PRO			MG		
	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>
J+1	96,45	97,31	96,63	26,5	28,6	23,5	4,44	4,42	4,43	24,27	24,3	24,31	2,81	2,99	2,86	3,27	3,28	3,27
J+5	95,21	95,09	96,65	25,6	26	28,5	4,48	4,41	4,38	24,28	24,23	24,22	2,74	2,82	2,74	3,27	3,26	3,25
J+10	96,43	96,64	95,87	26,4	27	29,8	4,46	4,39	4,35	24,26	24,29	24,24	2,83	2,83	2,97	3,25	3,29	3,25
J+15	97,54	96,06	96,88	27,7	29,3	26,5	4,32	4,36	4,34	24,21	24,25	24,23	2,76	2,79	2,89	3,29	3,24	3,25
J+20	96,6	96,52	96,01	29,2	28,3	27,6	4,25	4,23	4,21	24,5	24,36	24,13	2,8	2,75	2,81	3,28	3,26	3,24
J+25	95,61	97,47	95,14	29,3	29,7	29,5	4,18	4,19	4,2	24,39	24,29	24,46	2,77	2,73	2,81	3,24	3,26	3,28
DLC	95,54	95,1	94,93	31,6	30,9	32,2	4,18	4,18	4,2	24,27	24,42	24,31	2,73	2,77	2,81	3,25	3,27	3,26

Tableau X : Les résultats des analyses physico-chimiques de la troisième production

Production N°3 DLC 10/04																		
	Poids			Viscosité			PH			EST			PRO			MG		
	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3
J+1	94,75	95,22	94,46	24,2	23,9	23,5	4,5	4,57	4,51	25,16	24,95	25,06	2,93	2,87	2,95	3,22	3,25	3,23
J+5	94,61	93,34	94,23	22,8	23,8	26,1	4,47	4,45	4,48	25,03	25,2	25,1	2,99	2,9	2,82	3,25	3,25	3,27
J+10	94,52	94,09	94,6	26,9	25,4	25,3	4,36	4,39	4,35	25,31	24,99	25,15	2,85	2,94	2,9	3,26	3,23	3,26
J+15	94,34	94,62	94,6	27,4	25,5	28,4	4,41	4,34	4,31	25,26	25,28	25,11	2,89	2,9	2,85	3,21	3,2	3,18
J+20	95,04	93,89	94,55	26,7	27,4	29,6	4,32	4,35	4,33	25,1	25,12	25,21	2,92	2,84	2,79	3,22	3,24	3,26
J+25	94,59	95,68	94,75	28,2	27,5	27,4	4,27	4,28	4,26	25,02	25,16	25,29	2,9	2,83	2,94	3,21	3,21	3,22
DLC	94,66	94,47	95,12	28,9	29,3	27,8	4,26	4,25	4,24	25,16	25,19	25,01	2,89	2,84	2,92	3,24	3,22	3,24

Tableau XI : Les résultats physico-chimiques de la quatrième production

Production N°4 DLC 11/04																		
	Poids			Viscosité			PH			EST			PRO			MG		
	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3	<i>Essai</i> 1	<i>Essai</i> 2	<i>Essai</i> 3
J+1	99,3	99,83	100,1	25,2	24,5	23,3	4,56	4,52	4,5	25,01	25,06	25,05	2,92	2,9	2,93	3,18	3,21	3,17
J+5	99,8	99,4	100,1	25,2	25,3	24,8	4,49	4,45	4,51	25,03	25,09	25,07	2,93	2,88	2,99	3,18	3,21	3,17
J+10	99,7	99,59	99,43	27	28,2	30,4	4,39	4,37	4,38	25,07	25,09	25,05	2,84	3	2,94	3,21	3,16	3,21
J+15	99,18	99,74	100	29,2	29,8	30,1	4,36	4,38	4,37	25,08	25,11	25,06	2,8	2,8	2,85	3,2	3,15	3,2
J+20	98,85	100,2	100,4	31	30,8	29,6	4,36	4,35	4,34	25,09	25,2	25,1	2,79	2,85	2,78	3,21	3,16	3,17
J+25	100,2	97,32	100,2	30,8	30,5	31,6	4,32	4,34	4,35	25,2	24,99	25,08	2,76	2,81	2,71	3,18	3,19	3,15
DLC	98,84	99,25	97,86	31,8	34,6	31,3	4,32	4,31	4,29	25,1	25,01	25,08	2,79	2,78	2,68	3,19	3,24	3,2

Tableau XII : Les résultats physico-chimiques de la cinquième production

Production N°5 DLC 12/04																		
	Poids			Viscosité			PH			EST			PRO			MG		
	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>	<i>Essai 1</i>	<i>Essai 2</i>	<i>Essai 3</i>
J+1	97,7	96,8	97,3	24	25,9	23,5	4,39	4,41	4,43	25,2	25,1	25,5	3,02	3,07	3,1	3,31	3,27	3,29
J+5	97,4	96,9	98,9	26,4	23,6	27,1	4,38	4,36	4,37	25,4	25,3	25,4	3,21	2,94	3,01	3,35	3,25	3,29
J+10	99,1	98	97,7	27,1	24,5	28,3	4,33	4,35	4,36	25,4	25,4	25,4	3,01	3,03	2,93	3,31	3,29	3,31
J+15	95,4	97,2	95,8	31,5	30,9	29,2	4,24	4,25	4,26	25,4	25,3	25,5	2,82	2,89	2,93	3,34	3,22	3,35
J+20	97,7	98,2	96,8	32,1	28,9	31,7	4,22	4,23	4,22	25,4	25,4	25,4	2,87	2,8	2,9	3,33	3,28	3,33
J+25	98,53	97,73	97,16	32,6	31,5	30,6	4,23	4,2	4,23	25,4	25,4	25,5	2,8	2,83	2,85	3,31	3,29	3,27
DLC	97,89	97,02	97,6	32,8	30,5	32,7	4,2	4,21	4,2	25,6	25,5	25,4	2,79	2,84	2,81	3,28	3,29	3,31

Annexe VI Tableaux des résultats des analyses physico-chimiques

Tableau XIII : La moyenne des résultats du poids pour les cinq productions

Poids						
	PRO 01	PRO 02	PRO 03	PRO 04	PRO 05	NORME DDA
J+1	95,09	96,79	94,81	99,74	97,26	93-95g
J+5	95,31	95,31	94,06	99,76	97,7	
J+10	94,65	96,31	94,4	99,5	98,27	
J+15	95,14	96,82	94,52	99,65	96,13	
J+20	95,46	96,37	94,49	99,81	97,58	
J+25	96	96,07	95	99,24	97,8	
DLC	95,29	95,29	94,75	98,65	97,5	

Tableau XIV: La moyenne des résultats de la viscosité des cinq productions

Viscosité						
	PRO 01	PRO 02	PRO 03	PRO 04	PRO 05	NORME DDA
J+1	24,8	24,8	23,6	24,3	24,3	26-30g
J+5	25,7	25,7	24,2	25,2	25,03	
J+10	27,5	27,7	25,8	28,5	28,5	
J+15	30,2	27,8	29	29	28,6	
J+20	31,3	28,3	29,8	30,4	30,4	
J+25	31,8	30,53	31,1	31,14	30,95	
DLC	33,13	31,56	32,9	32,56	32,56	

Tableau XV : La moyenne des résultats du pH des cinq productions

pH						
	PRO 01	PRO 02	PRO 03	PRO 04	PRO 05	NORME DDA
J+1	4,46	4,43	4,52	4,52	4,41	4,40-4,70
J+5	4,45	4,42	4,46	4,48	4,37	
J+10	4,38	4,4	4,36	4,38	4,34	
J+15	4,32	4,34	4,35	4,37	4,27	
J+20	4,28	4,31	4,33	4,35	4,24	
J+25	4,26	4,27	4,27	4,33	4,22	
DLC	4,23	4,25	4,24	4,3	4,2	

Annexe VI Tableaux des résultats des analyses physico-chimiques

Tableau XVI : La moyenne des résultats de la MG des cinq productions

MG						
	PRO 01	PRO 02	PRO 03	PRO 04	PRO 05	NORME DDA
J+1	3,29	3,27	3,23	3,18	3,29	2,75-3,15%
J+5	3,28	3,26	3,25	3,18	3,29	
J+10	3,27	3,27	3,25	3,17	3,3	
J+15	3,28	3,26	3,24	3,18	3,3	
J+20	3,28	3,26	3,24	3,17	3,31	
J+25	3,27	3,25	3,22	3,17	3,29	
DLC	3,27	3,26	3,23	3,18	3,29	

Tableau XVII : La moyenne des résultats des protéines des cinq productions.

PRO						
	PRO 01	PRO 02	PRO 03	PRO 04	PRO 05	NORME DDA
J+1	2,99	2,88	2,91	2,95	3,06	2,85-3,15%
J+5	2,98	2,88	2,9	2,93	3,05	
J+10	2,97	2,87	2,89	2,88	2,99	
J+15	2,95	2,81	2,88	2,81	2,88	
J+20	2,93	2,78	2,86	2,8	2,85	
J+25	2,92	2,77	2,86	2,76	2,82	
DLC	2,89	2,77	2,85	2,75	2,81	

Tableau XVIII : La moyenne des résultats de l'EST des cinq productions.

EST						
	PRO 01	PRO 02	PRO 03	PRO 04	PRO 05	NORME DDA
J+1	24,99	24,29	25,05	25,04	25,24	23-91-25,15%
J+5	25,02	24,24	25,11	25,06	25,36	
J+10	24,97	24,26	25,15	25,07	25,37	
J+15	25,09	24,23	25,21	25,08	25,39	
J+20	25,1	24,33	25,14	25,13	25,4	
J+25	25,05	24,38	25,15	25,09	25,43	
DLC	25,11	24,33	25,12	25,06	25,48	

Annexe VII Tableaux des résultats des analyses microbiologiques

Tableau N°XIX : Les résultats des analyses microbiologiques du produit fini des cinq productions

Production	Prod 1	Prod 2	Prod 3	Prod 4	Prod 5	Normes J.O.R.A 1998
Germes						
Coliforme totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Coliforme fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
Flore sporulée	00	00	00	00	00	/
Flore totale	35	20	35	30	25	10 ² à 10 ³
Levure	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<100
Moisissure	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Salmonelle	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>Streptococcus thermophilus</i>	3.10 ⁸	10 ⁸	3.10 ⁸	2.10 ⁸	2.10 ⁸	>10 ⁷
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<10

Tableau XX: Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait à 0%.

Germes (UFC/ml)	GTAM (30°C)	Coliformes totaux (30°C)	Coliformes fécaux (44°C)	Flore sporulé (30°C)	Levure et moisissure (25°C)	Salmonelle (37°C)
Echantillon						
La poudre de lait	320	00	00	100	00	00
Normes DDA	<1000	<1	Abs	<500	Abs	Abs

Résumé

Les effets bénéfiques des produits laitiers fermentés sont de plus en plus démontrés, d'où l'intérêt de mener une étude physico-chimique et microbiologique de leurs différents paramètres.

Des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées sur cinq productions du yaourt brassé. Ces analyses sont basées sur une série de contrôles allant de la matière première jusqu'aux produits finis ainsi que durant la période de stockage jusqu'à la DLC.

L'ensemble des résultats obtenus relève une conformité et une stabilité de tous les paramètres (pH, viscosité, EST, PRO, MG) des cinq productions par rapport aux normes fixées par l'entreprise Danone Djurdjura et aux normes J.O.R.A, ce qui témoigne de la bonne qualité des matières premières utilisées, de la maîtrise du processus de fabrication et du respect des conditions d'hygiène et de sécurité.

Mots clés : yaourt brassé, analyse physico-chimiques, analyse microbiologique, processus de fabrication, DLC.

Summary

The beneficial effects of fermented dairy products are increasingly demonstrated, hence the importance of conducting a physico-chemical and microbiological parameters of their study.

Physico-chemical and microbiological analyzes were performed on five productions of stirred yoghurt. These analyzes are based on a series of checks ranging from raw materials to finished products as well as during the storage period up to the date of minimum durability .

The overall results succession compliance and stability of all parameters (pH, viscosity, total dry extract, PRO, Fat) of the five productions to the standards set by the company Danone Djurdjura and standards Official Journal of the Republic of Algeria, which demonstrates the good quality of raw materials used, the control of the manufacturing process and compliance with health and safety conditions.

Keywords: stirred yoghurt, physico-chemical analysis, microbiological analysis, manufacturing process, DLC.