

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaires.

Spécialité : production et transformation laitière.



Réf :

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

MASTER

Thème

Suivi des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du yaourt brassé au cours de son procédé de fabrication et durant sa durée de vie au niveau de la laiterie HAMMADIT.

Présenté par :

MOKHNACHE Hemza & YAHIAOUI Rabiha

Soutenu le : **20Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M. BOUKHALFA Farid	M C B	Président
Mme. ADRAR-MEDOUNI Sonia	M C B	Encadreur
Mr. BOUDRIES Hafid	M C A	Examinateur

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

Nous tenons, en premier lieu, à rendre grâce à Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail.

Nous commençons tout d'abord, à remercier M^{me} MEDOUNI-ADRAR S. nous sommes vraiment chanceux de vous avoir comme promotrice, nous vous remercions vivement pour toutes les heures, les jours et les mois que vous avez passé avec patience extrême à nous diriger et corriger ce manuscrit. Nous vous remercions pour vos conseils et encouragements.

Nos remerciements sont adressés également aux membres du jury qui ont consacré un peu de leur temps et ont bien voulu accepter de juger ce travail :

Nous tenons à remercier Mr BOUKHALFA F. qui nous a fait l'honneur de présider ce jury ainsi que Mr BOUSSALAH N. d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions vivement les responsables de l'unité HAMMADITES (kseur), de nous avoir offert l'opportunité d'effectuer notre stage de fin de cycle au sein de leur entreprise et tout le personnel du laboratoire de contrôle de qualité, du laboratoire process et du laboratoire microbiologie pour leur aide technique et scientifique ainsi pour leur disponibilité et gentillesse.

Merci également à la responsable du laboratoire «Prevolab» de nous avoir fait confiance et pour son aide.

Merci à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici notre estime, notre sympathie ainsi que nos vifs remerciements.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes chers parents

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

À mes deux frères et mes sœurs

À mes chers amis (es)

À tous mes collègues de la promotion

Sans oublier surtout mon encadreur

Mme MEDOUNI. S

HANBA

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes chers parents

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

À mon frère et mes sœurs

À mes chers amis (es)

À tous mes collègues de la promotion

Sans oublier surtout mon encadreur

Mme MEDOUNI. S

Rabika.

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction01

Synthèse bibliographique

I. Le Lait02

I.1. Définition.....02

I.2. Caractéristiques organoleptiques du lait.....02

I.2.1. Couleur02

I.2.2. Odeur02

I.2.3. Saveur02

I.3 Composition du lait02

II. Yaourt03

II.1. Définition03

II.2. Composition biochimique04

II.3. Intérêt nutritionnel04

II.3.1. Amélioration de l'absorption du lactose04

II.3.2. Activité antimicrobienne04

II.3.3. Stimulation du système immunitaire05

II.3.4. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive05

II.3.5. Action anticholesterolemiant.....05

II.3.6. Amélioration de la digestibilité des protéines	05
II.3.7. Amélioration de la digestibilité des matières grasses	05
II.4. Caractéristiques générales des bactéries lactiques	05
II.4.1. Description de Streptococcus thermophilus et Lactobacillus bulgaricus	06
II.4.2. Comportement associatif des bactéries du yaourt	06
II.4.3. Rôle des bactéries du yaourt	06
A. Production de l'acide lactique	06
B. Activité protéolytique	06
C. Activité lipolytique et estérasique	07
D. Production des composants aromatiques	07
E. Production d'agents texturants	07
II.5 Différents types du yaourt	07
II.6. Etapes de fabrication du yaourt.....	08
II.6.1. Reconstitution.....	08
II.6.2. Homogénéisation.....	08
II.6.3. Traitement thermique.....	08
II.6.4. Refroidissement	09
II.6.5. Fermentation.....	09
II.6.6. Brassage.....	09
II.6.7. Arrêt de la fermentation.....	09
II.6.8. Conditionnement.....	09
II.6.9. Stockage.....	10
III. Accidents de fabrication du yaourt	10

Partie expérimentale

I. Matériel et méthodes

I. Echantillonnage	12
I.1. Matières premières.....	12
I.2. Echantillonnage au niveau du process.....	12
I.3. Echantillonnage du produit fini.....	12
II. Analyses physico-chimiques	12
II.1. Mesure du pH.....	13
II.2. Détermination de l'acidité Dornic.....	13
II.3. Détermination de la teneur en matière grasse (MG)	14
II.4. Détermination de l'extrait sec totale (EST)	14
II.5. Mesure du taux d'humidité	14
II.6. Titre hydrométrique (TH)	14
II.7. Mesure du taux de chlorures (Cl)	15
II.8. Titre alcalimétrique (TA)	15
II.9. Titre alcalimétrique complet (TAC)	16
III. Analyses microbiologiques	16
III.1. Préparation des dilutions.....	17
III.1.1. Poudre du lait, amidon et arôme.....	17
III.1.2. produit semi fini et fini.....	17

III.2. Germes recherchés dans les différents produits analysés	18
III.2.1. Dénombrement des germes aérobies.....	18
III.2.2. Dénombrement des germes acidifiants	18
III.2.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	18
III.2.4. Dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs.....	18
III.2.5. Recherche des salmonelles	19
• Enrichissement	19
• Isolement	19
III.2.6. Recherche des levures et moisissures.....	19
III.2.7. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	19
III.2.8. Recherche des Streptocoques fécaux.....	20

II. Résultats et discussion

I. Analyses physico-chimiques	21
I.1. Matières premières.....	21
I.1.1. Poudre de lait.....	21
I.1.2. Eau de process.....	22
I.2. Le produit semi fini.....	23
I.2.1. Le pH	23
I.2.2. Acidité.....	24
I.2.3. La matière grasse (MG).....	25
I.2.4. Extrait sec total (EST).....	26

I.3. Le produit fini.....	26
II. Analyses microbiologique.....	27
II.1. Matières premières	27
II.1.1. Eau de process.....	27
II.1.2. Lait en poudre 26% et 0%.....	28
II.1.3. Amidon et arôme	29
II.2. Produit Semi fini.....	30
II.2.1. Au niveau de tank de poudrage	30
II.2.2. Au niveau tank de maturation.....	31
II.3. Produit fini.....	31
Conclusion.....	32
Références bibliographiques.....	33
Annexes	

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Variation de pH au cours du processus de fabrication du yaourt brassé	23
02	Variation de l'acidité au cours du processus de fabrication du yaourt brassé	24
03	Variation de la MG au cours du processus de fabrication du yaourt brassé.	25
04	Variation de l'EST au cours du processus de fabrication du yaourt brassé	26
05	Variation de pH au cours de stockage du yaourt brassé.	27
06	Variation de l'acidité au cours de stockage du yaourt brassé	27

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Composition moyenne du lait	02
II	Composition physicochimique du yaourt	04
III	Principaux défauts de goût, de texture et d'apparence rencontrés dans la fabrication des yaourts	10
IV	Les différentes analyses effectuées pour chaque échantillon	13
V	Les germes recherchés pour chaque échantillon	16
VI	Paramètres physico-chimiques de la poudre de lait	21
VII	Analyses physico-chimiques de l'eau de process	22
IIIX	Résultats microbiologiques de l'eau de process	28
IIIX	Résultats microbiologiques de la poudre de lait	29
IX	Résultats microbiologiques de l'amidon	29
X	Résultats microbiologiques de l'arome	30
XI	Analyses microbiologique au niveau du processus de fabrication	30
XII	l'analyse microbiologique de produit fini	32

Liste d'abréviation

AFNOR : Association Française de Normalisation.

BCP : Pourpre de bromocrésol.

BCPL : Pourpre au Bromo-Crésol Lactose.

BEA : gélose à la Bile, à l'Esculine et à l'Azide de sodium.

BLBVB : Bouillon Lactose Bilié au Vert Brillant.

DLC: Date limite de consommation.

EDTA : Ethylène diamine tétra acétique.

EPS: Exo polysaccharides.

EST : Extrait sec totale.

EST : Extrait Sec Total.

FAO: Food and Agriculture Organisation.

FTAM : Flore totale aérobies mésophile.

GC: Giolitti Contoni.

IP : Indice de peroxyde.

ISO : organisation internationale de normalisation.

J.O.R.A : journal officiel de la république algérienne.

KI : Iodure de potassium.

Lb : *Lactobacillus*.

MG : Matière grasse.

MSNG : Matière sèche non grasse.

NA : norme algérien.

NET : Noir Erichrome T.

NF : norme français.

NIE : Norme interne d'entreprise.

OGA : l'agar glucosé à l'oxytétracycline.

P : niveau de pasteurisateurs.

PCA : Plate Count Agar (gélose).

SFB : Bouillon sélénite céséiné tamponné.

SP : sortie pasteurisateur.

St: *Streptococcus*.

TA : Titre alcalimétrique.

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre hydrométrique

TM : tanks de maturation.

TMB : Tank de Maturation du Brassé.

TP : tanks de poudrage.

UFC : unité formant colonie.

VF : Viande foie.

VRBL: Gélose Lactose Biliée au cristal violet et ou rouge neutre ;(milieu solide).

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 (Canada, Etats Unis, pays bas...) 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* (**kowalski et al., 2014**).

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 moyenne 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 HAMMADIT, est de suivre les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques de yaourt brassé à différents niveaux de production et au cours du stockage jusqu'à sa DLC afin de connaître l'impact des facteurs technologiques sur la qualité du produit.

I. Le Lait

I.1. Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraude : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompu d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée .Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » (**Achezegag et al., 2008**).

Le lait est une sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction Il est destinée à la consommation ou à un traitement ultérieur (**FAO, 1998**).

I.2. Caractéristiques organoleptiques du lait

I.2.1. Couleur

L'opacité du lait est due à sa teneur en particules suspendues d'une matière grasse, de protéines et de certains minéraux. La couleur varie du blanc au jaune en fonction de la coloration (teneur en carotène) de la matière grasse (**Gosta, 1995**).

I.2.2. Odeur

La présence de la matière grasse dans le lait, lui confère une odeur caractéristique. Egalement, au cours de sa conservation, le lait présente une odeur aigüe due à l'acidification par l'acide lactique formé (**Vierling, 1998**).

I.2.3. Saveur

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait car elle provient de l'association d'éléments ; on retrouve notamment la saveur douce du lactose, la saveur salée du NaCl, la saveur particulière des lécithines qui s'équilibre et qui est atténuée par la masse des protéines. Leur appréciation varie donc grandement selon l'observateur (**Martin, 2000**).

I.3 Composition du lait

Les principales compositions du lait sont : Les lipides (triglycérides), les protéines (caséines, albumines, globulines), les glucides essentiellement le lactose, les sels (sels d'acide phosphorique, sels d'acide chlorhydrique, etc....) (**Larpent, 1997**).sont présentées dans le tableau I.

Le lait contient également des anticorps, des hormones et peut parfois contenir des résidus d'antibiotiques (**Vilain, 2010**).

Tableau I: Composition moyenne du lait (**Vierling ,1998**).

constituants	Teneur (g/L)	Valeur maximale (g/L)
Eau	905	900 à 910
Glucides	47	46 à 51
Matière grasse	37	-
• lipides neutres	36	-
• lipides complexes	0,5	-
Composés liposolubles	34,5	31,8 à 38,2
Dérivés azotés :		-
1. caséines	27,1	-
• protéines	32,7	-
• protéines solubles		
2. azote non protéique	1,7	-
Sels minéraux	8	7 à 8
Gaz dissous	5% volume de lait	-
Vitamines et enzymes	Traces	-
EST	128	125 à 130
ESD	91	-

II. Yaourt

II.1. Définition

Selon le Codex Alimentarius, la dénomination yaourt ou yoghurt est donnée selon la norme A-11 de 1975 comme suit: Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais et du lait pasteurisé (concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.

II.2. Composition biochimique

La composition physicochimique d'un pot de yaourt est présentée dans le tableau II.

Tableau II : Composition physicochimique du yaourt (**Laurence *et al.*, 2004**).

Composition	Teneur
Eau	88%
Protéines	4%
Lipides	0-4g
Cholestérol	15mg
Glucides	5-18%
Lactose	3%
Teneur en matière sèche laitière	10-16%
Calcium	155-200 mg (17 à 24%)

II.3. Intérêt nutritionnel

Selon **Jeantet *et al.* (2008)**, un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait. Selon la littérature scientifique, les effets bénéfiques du yaourt sur la santé se résument comme suit :

II.3.1. Amélioration de l'absorption du lactose

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase. Les ferments lactiques synthétisent la β -galactosidase capable d'hydrolyser le lactose, cette enzyme serait libérée dans l'intestin grêle et garderait une activité permettant l'hydrolyse du lactose pendant au moins deux heures (**Jeantet *et al.*, 2008**).

II.3.2. Activité antimicrobienne

Le yaourt joue un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. Son intérêt est dû aux bactéries lactiques qui produisent des substances antimicrobiennes. L'effet antimicrobien principal exercé par ces bactéries résulte de la production d'acides organiques principalement l'acide lactique, qui conduit à la diminution du pH inhibant le développement de microorganismes pathogènes (**Jeantet *et al.*, 2008**). En plus de l'acide lactique, les bactéries lactiques ont la capacité de synthétiser d'autres métabolites notamment le peroxyde

d'hydrogène, le diacétyle et les bactériocines (Ababsa, 2012), elles jouent le rôle de bioconservation du produit (Mahaut *et al.*, 2000).

II.3.3. Stimulation du système immunitaire

Le yaourt exerce via les bactéries probiotiques (*Lactobacilles* ou *bifidobactéries*) un effet immunorégulateur (régulation de la fonction immunitaire), sa consommation entraîne la production d'interférons et d'immunoglobulines, ainsi que l'activation des lymphocytes B (Jeantet *et al.*, 2008).

II.3.4. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive

Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs du cancer) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuses (Jeantet *et al.*, 2008).

II.3.5. Action anticholesterolemiante

Le taux élevé de cholestérol dans le plasma est souvent associé à l'apparition de maladies cardio-vasculaires. Il a été rapporté que le taux de cholestérol sérique diminue suite à la consommation de produits laitiers fermentés, malgré un apport alimentaire important en cholestérol (Jeantet *et al.*, 2008).

II.3.6. Amélioration de la digestibilité des protéines

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait *In vitro* avant fermentation et contient deux fois plus d'acides aminés libres : cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries lactiques (Mahaut *et al.*, 2000).

II.3.7. Amélioration de la digestibilité des matières grasses

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques soit peu élevée, il y a une augmentation significative de la teneur en acide gras dans le yaourt. De plus, l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules gras (Jeantet *et al.*, 2008).

II.4. Caractéristiques générales des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont les micro-organismes les plus utilisés pour la fabrication des laits fermentés. Dans le cas des yaourts, les bactéries utilisées sont les espèces: *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*.

II.4.1. Description de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*

Streptococcus salivarius ssp thermophilus est un cocci Gram positif, anaérobie facultative et immobile (Roussel *et al.*, 1994). Cette bactérie est sensible aux antibiotiques. Elle est résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes (Dellaglio *et al.*, 1994) et sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C (Lamoureux, 2000).

Alors que, *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* est une bactérie thermophile, Gram positive et catalase négative, en forme de bâtonnets plus ou moins longue, et immobile. Elle est très exigeante en calcium et en magnésium, et sa température optimale de croissance et d'environ 42°C (Marty-Teyssset *et al.*, 2000).

II.4.2. Comportement associatif des bactéries du yaourt

La stimulation de *Streptococcus thermophilus* par *Lactobacillus bulgaricus* est réalisée grâce à l'activité protéolytique de ce dernier, qui libère des peptides et des acides aminés au profit du streptocoque. En retour, *St. Thermophilus* fournit de l'acide formique et du CO₂ qui vont stimuler la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* (Béal et Sodini, 2012).

II.4.3. Rôle des bactéries du yaourt

Streptococcus thermophilus et *Lactobacillus bulgaricus* sont des bactéries homofermentaires à plusieurs rôles :

A. Production de l'acide lactique

C'est la fonction principale des bactéries lactiques. L'acide lactique est un acide organique qui permet de conserver et de concentrer la matière sèche du lait, il déstabilise les micelles de caséines, ce qui mène à la formation du gel (Lamontagne *et al.*, 2002 ; Beal et Sodini, 2012).

B. Activité protéolytique

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fraction protéique du lait constituée de caséine et de protéines sériques, leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distinctes les protéases et les peptidases. *Lb. bulgaricus* possède des protéases localisées, pour l'essentiel, au niveau de la paroi cellulaire (Marshall, 1987). Cette activité protéasique permet d'hydrolyser la caséine en polypeptide.

St. thermophilus est considéré comme ayant une faible activité endopeptidasique. Elle dégrade les polypeptides par son activité exopeptidasique en acides aminés libres.

C. Activité lipolytique et estérasique

Les activités lipasiques des bactéries lactiques seraient impliquées dans la production des acides gras de longues chaînes à partir des mono- et di- glycérides alors que les activités estérasiques libèrent les acides gras libres (Stead, 1986; Kamaly et Marth, 1989).

D. Production des composants aromatiques

Ces bactéries produisent des composés secondaires tels que le diacétyle, l'acétaldéhyde, la cétone et la cétoïne ; ces composés participent au développement de la saveur et de l'arôme du yaourt (Lamontagne *et al.*, 2002 ; Sodini et Beal, 2012).

E. 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 modifiant 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).

II .5. Différents types du yaourt

Il existe une très grande variété de yaourts qui diffèrent par leur composition chimique, leur technologie de fabrication et leur saveur (Tamime et Robinson, 2006).

Selon Lamontagne (2002), les yaourts peuvent être classés en plusieurs types :

- Type ferme, dont la fermentation se fait en pots, ce sont généralement des yaourts naturels et aromatisés.
- Type brassé, dont la fermentation se fait en cuves avant le conditionnement, ce sont généralement des yaourts brassés naturels et aux fruits.
- Type à boire, dont leur texture est liquide similaire au type brassé mais le coagulum est réduit à l'état liquide.

II.6. Etapes de fabrication du yaourt

Les étapes de fabrication du 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).

II.6.1. Reconstitution

En fabrication de yaourt, il est nécessaire de standardiser le lait en matière grasse et de l'enrichir en matière protéique pour répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques des produits. Un ajout de sucre est parfois réalisé à ce stade à des fins gustatives (Luquet et Carrieu, 2005).

Le gras joue un rôle dans la concentration en matière sèches ainsi que dans la qualité organoleptique du produit, car il a un effet sur l'onctuosité et la sensation de douceur en bouche, masque l'acidité et améliore la saveur (Lamontagne, 2002).

II.6.2. Homogénéisation

L'homogénéisation 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.6.3. Traitement thermique

Après homogénéisation, le lait enrichi subira ensuite un traitement thermique, le plus couramment utilisé est une pasteurisation de 95°C, pendant 5 min (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.6.4. Refroidissement

Immédiatement après le traitement thermique, le lait recombinaé est refroidi à une température (45°C) de développement des bactéries lactiques qui ont assurées une bonne fermentation (Malonga, 1985).

II.6.5. 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, 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.6.6.Brassage

Après maturation de produit au niveau de tank de maturation brassé, ce dernier subi un d'écaillage par agitation pendant 10min afin d'assurer une répartition homogène des ferments (Luquet, 1985). Le brassage se réalisé avant le refroidissement, il permet de rendre le caillé plus onctueux par la destruction du gel (Mahaut *et al.*, 2000).

II.6.7. Arrêt de la fermentation

Se fait par le refroidissement à 4°C ; qu'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.6.8.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 ;

- La confection des lots (**Luquet, 1986**).

II.6.9. 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. Lorsqu'un récipient est ouvert, il convient de consommer son contenu rapidement pour éviter l'installation des moisissures favorisées par l'acidité (**Tremoliere, 1984**).

III. Accidents de fabrication du yaourt

Comme l'élaboration du yaourt fait intervenir plusieurs étapes clés où la fermentation et la formation du gel doivent être minutieusement dirigées et surveillées, il est fréquent que des altérations de goût, d'apparence et de texture apparaissent et dont certaines sont préjudiciables à la qualité finale du produit (Tableau III) (**Luquet, 1985**).

Tableau III : Principaux défauts de goût, de texture et d'apparence rencontrés dans la fabrication des yaourts (**Luquet, 1985**).

Nature	Causes
Amertume	Trop longue conservation; Activité protéolytique trop forte des ferments.
Gout levuré, Alcool	Contamination par des levures.
Manque d'acidité	Taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte ou à basse températures.
Trop d'acidité	Taux d'ensemencement trop fort, incubation trop longue ou température trop élevée; Refroidissement trop lent; Conservation à trop haute température.
Gout farineux de poudre	Poudrage trop poussé.
Gout de cuit	Traitement thermique trop sévère.
Gout gras	Teneur en matière grasse trop élevée.
Décaillage	Agitation ou vibration pendant le transport
Manque de fermeté	Ensemencement trop faible; temps et/ou température d'incubation trop faible; agitation

	avant coagulation.
Trop filant	Mauvais ferment (trop filant); température d'incubation trop faible.
Texture granuleuse	Teneur en matière grasse trop élevée; mauvais choix des ferments.
Décantation, synérèse	Post acidification; température trop élevée pendant le stockage; conservation trop longue; refroidissement trop faible; agitation des yaourts; teneur en matière sèche trop faible.
Production de gaz	Contamination par des levures et coliformes.
Colonies en surface	Contamination par des levures et moisissures.
Produit sur le couvercle	Mauvaise manutention.

I. Echantillonnage

L'échantillon analysé doit être bien représentatif du produit et doit être prélevé de manière aseptique, transmis et conservé dans de bonnes conditions au laboratoire d'analyse afin d'éviter toute détérioration et toute modification de la composition ainsi que toute contamination due au manipulateur ou à l'environnement. Le matériel de prélèvement et les récipients destinés à recevoir l'échantillon doivent être propres et stériles. Les prélèvements ont été réalisés à différents niveaux de fabrication du yaourt brassé, comme suit :

I.1. Matières premières

- Poudre de lait et amidon ;
- Eau de processus ;
- Arômes.

I.2. Echantillonnage au niveau du process

L'échantillonnage se fait quotidiennement et à différentes étapes de la chaîne de production : au niveau des tanks de poudrage (TP), au niveau de pasteurisateurs (P) et au niveau des tanks de maturation (TM), et conditionnement pour les deux productions.

I.3. Echantillonnage du produit fini

Le prélèvement d'échantillon est réalisé à chaque production. Les analyses physico-chimiques sont portées sur un seul échantillon et les analyses microbiologiques sur cinq échantillons.

II. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques d'un produit sont réalisées afin de garantir les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques de ce dernier (**Scriban, 1999**). Les différentes analyses effectuées pour chaque échantillon sont résumées dans le tableau ci-après :

Tableau VI : Les différentes analyses effectuées pour chaque échantillon

Echantillon Paramètre	Matière premier		Produit semi fini	produit fini
	Poudre de lait	Eau de processus		
pH	+	+	+	+
Acidité	+	-	+	+
MG	+	-	+	+
EST	-	-	+	+
Humidité	+	-	-	-
TH	-	+	-	-
CL ⁻	-	+	-	-
TA	-	+	-	-
TAC	-	+	-	-



Analyse effectuée

Analyse non effectuée



II.1. Mesure du pH

Le pH est en relation étroite avec la concentration des ions hydrogènes (H⁺) et ions hydroxydes (OH⁻) présents dans une solution. Ces ions confèrent au milieu son caractère acide ou basique (**Amiot et Britten, 2002**). La mesure se fait à l'aide d'un pH-mètre. La sonde du pH-mètre, préalablement étalonnée, est directement introduite dans l'échantillon. La valeur du pH de l'échantillon est obtenue par simple lecture sur l'écran de l'appareil.

II.2. Détermination de l'acidité Dornic

Il s'agit d'un titrage de l'acide lactique contenu dans l'échantillon à analyser par la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH à 0,1N) (**NF V04-349**).

2 à 3 gouttes de phénolphaléine ont été rajoutées à 11ml de l'échantillon à analyser, puis le contenu a été titré par addition de la solution d'hydroxyde de sodium à l'aide d'une burette jusqu'au pH= 8,3. Le volume de la solution titrante (NaOH) utilisée a été noté.

Les résultats sont exprimés comme suit :

$$\text{Acidité (}^{\circ}\text{D)} = C_b * N_{\text{NaOH}} * M_{\text{Ac.lactique}} / V_e * 10$$

Cb : chute de la burette (ml)

Ve : volume de l'échantillon (ml)

$M_{Ac.lactique} = 90g/mol$.

II.3. Détermination de la teneur en matière grasse (MG)

Ce protocole décrit la méthode acido-butyrométrique de GERBER utilisée pour le contrôle de matière grasse contenue dans les produits. Cette méthode est basée sur la dissolution des composants du lait par l'acide sulfurique à l'exception de la matière grasse qui se sépare sous l'influence de la centrifugation et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool iso-amylque permettant la séparation de la phase aqueuse et la phase lipidique.

Dans un butyromètre, 10ml d'acide H₂SO₄ sont introduits, puis 11ml de l'échantillon à analyser et 1ml d'alcool iso-amylque ont été rajoutés, le mélange est centrifugé à pendant 10min (donnez la vitesse). La lecture a été directement faite à l'échelle du butyromètre (GERBER- ISO 1211).

II.4. Détermination de l'extrait sec totale (EST)

L'extrait sec total a été mesuré au moyen d'un dessiccateur à rayonnement infrarouge, équipé d'un système de chauffage permettant l'évaporation ou l'élimination de l'humidité du lait. (NF V04-367).

3g du produit à analyser ont été prélevés et analysés à l'aide d'un dessiccateur.

II.5. Mesure du taux d'humidité

2g de poudre du lait ont été séché dans une coupelle à l'étuve à 103±2C° pendant 2h (NA 689). Le taux d'humidité est exprimé en pourcentage selon la formule suivante:

$$\text{Humidité (\%)} = (P_1 - P_2) * 100 / (P_1 - P_3)$$

P₁ : poids initial de l'échantillon et de la coupelle ;

P₂ : poids final de l'échantillon et de la coupelle après séchage ;

P₃ : poids de la coupelle vide.

II.6. Titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrométrique de l'eau est la teneur en ions de calcium et de magnésium présents dans l'eau, qui sont responsables du dépôt de tartre, appelée également la dureté totale de l'eau (NA 752). Elle est exprimée par la formule suivante :

$$TH = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$$

La dureté a été déterminée par un titrage de Ca^{2+} et Mg^{2+} à l'aide d'une solution d'EDTA en présence d'un indicateur coloré qui est le Noir Erichrome T (NET). Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions Ca^{2+} combinés avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque le changement de couleur de la solution du rouge brique au violet puis au bleu.

2ml de la solution tampon ammoniacal (pH = 10) et quelques gouttes de NET ont été rajouté à 50 ml d'eau à analyser. Le mélange a été titré avec la solution EDTA (0,02N) jusqu'au virage.

La dureté totale de l'eau est exprimée en degré Français ($^{\circ}\text{F}$) selon la formule :

$$\text{TH } (^{\circ}\text{F}) = C_b * N_{\text{EDTA}} / V_e * 100$$

C_b : chute de la burette (ml)

N_{EDTA} : normalité de l'EDTA

V_e : volume de l'échantillon (ml)

II.7. Mesure du taux de chlorures (Cl^-)

Les chlorures ont été dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré.

50ml d'eau à analyser, en présence de quelques gouttes de chromate de potassium, ont été titrés avec une solution AgNO_3 (0,02 N) jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune orangée(NA6362).

La concentration des ions de chlore est donnée par l'expression suivante :

$$[\text{Cl}^-](\text{mg/l}) = C_b * N_{\text{AgNO}_3} * M_{\text{Cl}} / V_e * 1000$$

C_b : chute de la burette (ml)

N_{AgNO_3} : normalité de AgNO_3 .

V_e : volume de l'échantillon (ml)

M_{Cl} :53.45g /mol

II.8. Titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique d'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates (CO_3^{2-}) et en bases fortes, autrement dit son alcalinité.

L'alcalinité d'une eau est fortement liée à sa dureté et donc à son caractère corrosif et à sa capacité d'entartrage des canalisations (**NF T 90-036**).

50ml d'eau à analyser ont été neutralisés par l'acide sulfurique (H_2SO_4 à 0,02 N) en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphaléine jusqu'à la disparition de la coloration rose et la solution finale devient transparente.

Le TA est donné par l'expression suivante :

$$TA \text{ (meq/L)} = C_b * N_{H_2SO_4} / V_e * 1000$$

V_e : volume de l'échantillon (ml)

$N_{H_2SO_4}$: normalité de H_2SO_4 .

C_b : chute de la burette (ml)

II.9. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre TAC exprime l'alcalinité totale de l'eau, il est utilisé pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates il a une importance fondamentale dans la connaissance de la capacité d'entartrage, son unité est le degré français (°F) (**NF T 90-036**).

50ml d'eau à analyser ont été neutralisés par la solution H_2SO_4 (0,02 N), en présence de méthyle orange, jusqu'au virage de la couleur du jaune à l'orange, ce qui implique la présence de traces d'acide dans la solution.

Le TAC est donné par l'expression suivante :

$$TAC \text{ (meq/L)} = C_b * N_{H_2SO_4} / V_e * 1000$$

C_b : chute de la burette (ml)

$N_{H_2SO_4}$: normalité de l'EDTA.

V_e : volume de l'échantillon (ml)

III. Analyses microbiologiques

L'objectif de l'analyse microbiologique est d'une part, la recherche ou la quantification d'un certain nombre de germes indicateurs d'un ou plusieurs problèmes lors du procédé de fabrication ou présentant un danger pour la santé humaine. D'autre part, elle permet l'évaluation de la propreté des surfaces de travail, la bonne hygiène des opérateurs ou encore la qualité de tout ingrédient entrant dans le procédé de fabrication. C'est donc l'analyse microbiologique qui permettra de vérifier que le produit ne présente pas de risque pour la santé du consommateur lors de sa mise sur le marché.

Les différentes analyses effectuées pour chaque échantillon sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau V : les germes recherchés pour chaque échantillon.

Echantillon	Germes recherchés
Poudre de lait	-Coliformes totaux et fécaux -Flore totale aérobie mésophile -Clostridium sulfito-réducteurs -Salmonelles
Arômes	- Clostridium sulfito-réducteurs - Streptocoque -Levures et moisissures
Amidon	- Clostridium sulfito-réducteurs -Flore totale aérobie mésophile -Germes acidifiants. -Levures et moisissures
Eau de process	-Flore totale aérobie mésophile Coliformes totaux et fécaux -Flore totale -Clostridium sulfito-réducteurs
Produit fini (yaourt)	- <i>Staphylococcus aureus</i> -Coliformes totaux et fécaux -Levures et moisissures -Salmonelles

III.1. Préparation des dilutions

III.1.1. Poudre du lait, amidon et arôme

Pour la préparation de la solution mère (SM), 10g de l'échantillon ont été additionnés à 90ml d'eau physiologique, le mélange a été homogénéisé par agitation et laissé reposer.

La préparation des dilutions décimales a été faite à partir de la SM qui est la dilution 10^0 . 1ml de la SM a été transféré dans un tube contenant 9ml d'eau physiologique afin de réaliser une dilution 10^{-2} . L'opération a été renouvelée en versant de nouveau 1ml à partir de

la dilution 10^{-2} dans un tube contenant 9ml d'eau physiologique pour obtenir 10^{-3} , et ainsi de suite.

III.1.2. produit semi fini et fini

La SM est obtenu par addition de 2ml de l'échantillon dans 18ml d'eau physiologique, et pour la préparation des dilutions on suit la même procédure précédente.

III.2. Germes recherchés dans les différents produits analysés

III.2.1. Dénombrement des germes aérobies

Les solutions 10^{-1} , 10^{-3} et 10^{-4} sontensemencées en masse, à raison de 1ml chacune, dans les boites de pétri. Ensuite, la gélose PCA préalablement fondue puis refroidie à 45°C , est coulée dans les boites. Après solidification, ces dernières sont incubées à 30°C pendant 48-72h (**Art 24/06/2012 - J.O N°21-2013**). On considère que les colonies sont dénombrables si leur nombre est compris entre 30 et 300.

III.2.2. Dénombrement des germes acidifiants

Les solutions 10^{-1} , 10^{-3} et 10^{-4} sontensemencées en masse, à raison de 1ml chacune, dans les boites de pétri. Ensuite, la gélose BCP (pourpre de bromocrésol) préalablement fondue puis refroidie à 45°C , est coulée dans les boites. Après solidification, ces dernières sont incubées à 30°C pendant 48-72h. Le résultat est positif s'il y'a virage du milieu du violet au jaune (**ISO 7218**). On considère que les colonies sont dénombrables si leur nombre est compris entre 30 et 300.

III.2.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Trois séries de dilutions obtenues à partir de l'échantillon (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) sontensemencées sur un milieu sélectif (BLBVB) dans trois tubes à essai contenant des cloches de Durham. Les tubes ont été incubés pendant 48 heures à 37°C .

Le teste est considéré comme positif, dans le cas où les tubes présentent une croissance (un trouble, virage de couleur) et la présence du gaz dans la cloche du Durham.

Pour dénombrer les coliformes totaux et fécaux, deux boites du milieu solide VRBL ont en étéensemencées en masse avec les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} . Une boite témoin est coulée. Les boites ont été incubation à $37^{\circ}\text{C}/48\text{h}$ pour les coliformes totaux et à $44^{\circ}\text{C}/48\text{h}$ pour les coliformes fécaux. (**J.O.n°43/2004**).

III.2.4. Dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs

Leur recherche est basée sur l'utilisation de milieu contenant du sulfite, ils le réduisent en sulfures. L'isolement se fait sur milieu VF (viande foie) additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer.

5 tubes à essai ont étéensemencés, chacun, par 2ml de la solution 10^{-1} puis ont été chauffés à 80°C pendant 10min et refroidi immédiatement. Par la suite, la gélose VF a été rajoutée aux tubes jusqu'à remplissage complet ceci pour forcer l'anaérobiose. Après homogénéisation, les tubes ont été incubés à 46°C pendant 48h (**Art 29/07/2012 -J.O N°51/2013**).

III.2.5. Recherche des salmonelles

Selon **Art 23/01/2005-J.O N° 42/2005** La recherche des Salmonelles a été réalisée en 2 étapes :

- **Enrichissement**

100ml du milieu SFB (bouillon sélénite céstéiné tamponné) ont étéensemencés par 10ml de la SM et incubés à 37°C pendant 24h.

- **Isolement**

A l'aide d'une anse de platine une goutte du bouillon d'enrichissement SFB a été prélevée etensemencée en stries sur une gélose Hektoen préalablement coulées et laissées refroidir dans des boites de pétri, l'incubation a été faite à 37°C pendant 24h.

III.2.6. Recherche des levures et moisissures

Il est basé sur le dénombrement en aérobie par comptage des colonies sur milieu solide OGA (l'agar glucosé à l'oxytétracycline) à 25°C . Deux boites de Pétri contenant le milieu OGA ont étéensemencées avec 0,2ml de la dilution 10^{-2} et deux autres boites de la dilution 10^{-3} , l'incubation a été effectuée à 25°C pendant 5jours avec une boite témoin (**Art 2/06/2015-J.O N° 48/2015**).

III.2.7. Recherche des *Staphylococcus aureus*

Leur recherche reposent sur l'emploi de deux milieux de culture, milieu GC (Giolitti Contoni) comme milieu d'enrichissement et milieu Chapman comme milieu d'isolement.

Sur une boîte de Pétri contenant le milieu Chapman, un ensemencement en surface à raison de 0,1ml de la SM est effectué puis incubé à 37°C/24 à 48h. L'apparition de colonies lisses pigmentées en jaune indique la présence de *Staphylococcus aureus* (NA 2696).

III.2.8. Recherche des Streptocoques fécaux

Le principe est basé sur un test présomptif sur milieu Roth, suivi d'un test confirmatif sur milieu Eva Litsky en cas du résultat positif.

Trois séries de deux tubes contenant 10ml du milieu Roth ont été ensemencés chacune à partir d'une dilution 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} à raison de 1ml dans chaque tube. L'incubation a été réalisée à 37°C/48h. Les tubes présentant un trouble, sont présumés contenir des Streptocoques, donc on procède au test confirmatif. Le résultat est positif s'il y'a présence d'un trouble et formation d'une pastille violette au fond du tube (ISO 7899).

I. Analyses physico-chimiques

I.1. Matières premières

I.1.1. Poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus de la poudre de lait sont présentés dans le tableau VI.

Tableau VI : Paramètres physico-chimiques de la poudre de lait

Paramètre	Poudre 0%		Poudre 26%		Référence
	Résultat	Norme(NA)	Résultat	Norme(NA)	
pH à 20°C	6,53	5,50-5,80	6,60	5,50-5,80	NF V04-350
Acidité (°D)	0,151	<0,15%	0,102	<0,15%	NF V04-349
MG (%)	0,03%	<0,5%	26,1%	>26%	ISO 1211
Humidité (%)	2,73%	<4%	2,24%	<4%	NA689

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que l'acidité titrable de la poudre de lait écrémé (0%) est légèrement élevée comparativement à la norme, mais cette élévation reste négligeable. Le pH et l'acidité des deux poudres ne dépassent pas les normes, ce qui indique la fraîcheur des poudres de lait utilisées pour la fabrication du yaourt.

Par ailleurs, la composition en matière grasse est respectée, 26% pour la poudre du lait entier et 0% pour la poudre du lait écrémé.

Les résultats du test d'humidité obtenus pour les deux poudres sont inférieurs à 4% ce qui empêche le développement des microorganismes, et toutes altérations susceptibles de la rendre impropre à la consommation. D'autres facteurs spécifiques interviennent dans le maintien de la bonne qualité de ces poudres, tels que le conditionnement dans des sacs en polyéthylène doublés de sacs en papier à l'extérieur, et leur stockage à des températures convenables afin que les taux d'humidité reste stables.

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait (0% et 26%) sont conformes aux normes utilisées par l'entreprise, cela traduit la bonne qualité physico-chimique de la poudre de lait.

I.1.2. Eau de process

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus de l'eau de process sont présentés dans le tableau VII.

Tableau VII : Analyses physico-chimiques de l'eau de process

Paramètre	Résultat	Norme	Référence
pH à 20°C	6,80	6,5 – 8,5	NF V04-350
TH	16,5°F	18 - 25 °F	NA 752
Cl	124,78mg/L	<250mg/L	NA6362
TA	00	00	NF T 90-036
TAC	10°F	22°F	NF T 90-036

Le TH de l'eau de process appelé aussi la dureté de l'eau, est responsable des dépôts de tartre dans les canalisations, causés par les ions de calcium et de magnésium en cas d'une teneur très élevée (**Rodier et al., 2009**).

Le résultat obtenu qui est égal à 16,5°F est conforme à la norme qui est entre 18 et 25°F. Ce résultat est dû au traitement d'adoucissement appliqué.

La teneur élevée des eaux de process en chlorures a un inconvénient majeur qui est la saveur désagréable à partir de 250mg/L et le problème de corrosion pour les canalisations et les réservoirs (**Rodier et al., 2009**).

Le taux de chlorures obtenu qui est de 124,78mg/L, concorde avec le résultat cité par **Rodier et al. (2009)** qui ne doit pas dépassée les 250mg/L, ce qui reflète le bon traitement de déchloration des eaux.

Le TA et le TAC sont liés à la dureté de l'eau et donc à sa capacité d'entartrage. La valeur du TA est égale à zéro comme la norme l'indique.

Le TA est aussi lié au pH, en effet, selon les normes le TA égal à zéro si le pH est inférieur à 8,3. Dans notre cas, le pH de l'eau analysée est de 6,80 ce qui confirme la valeur zéro de TA.

Tous les résultats obtenus témoignent de l'efficacité des traitements appliqués pour avoir une bonne qualité physico-chimique de l'eau.

I.2. Le produit semi fini

Cette partie détaille la variation de l'extrait sec total (EST), le pH, l'acidité et de la matière grasse (MG) en fonction des quatre niveaux de deux chaînes de production : tank de poudrage, sortie de pasteurisation (SP), tank de maturation (TMB) et conditionneuse.

I.2.1. Le pH

La variation du pH au cours du processus de fabrication est illustrée dans la figure suivante :

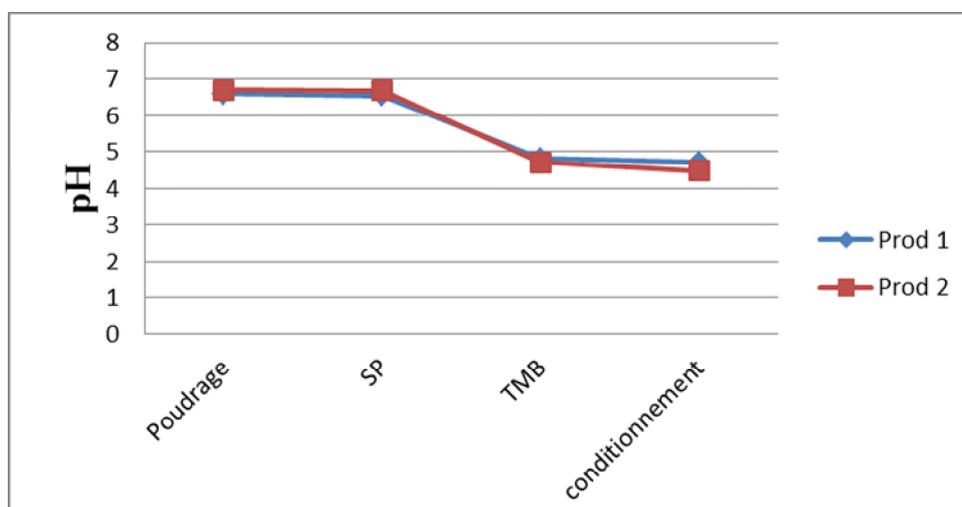


Figure 01: Variation de pH au cours du processus de fabrication du yaourt brassé .

Prod 1 : Production 1 ; Prod 2 : Production 2.

Dans le tank de poudrage le pH du mélange est proche de la neutralité pour les deux productions ; 6,60 et 6,66 pour les productions 1 et 2, respectivement. Au cours de cette opération qui dure environ 1 heure, une légère diminution des valeurs du pH, quelle que soit la production, a été constatée à la sortie du pasteurisateur ; 6,55 et 6,59 pour les productions 1 et 2, respectivement. Selon **Aurouze (1983)**, la baisse du pH à ce niveau, 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.

Après l'ajout des ferments, les valeurs de pH s'abaissent en continu jusqu'à la ligne de conditionnement pour atteindre des valeurs de pH 4,7 et 4,47 pour les productions 1 et 2, respectivement, ces valeurs sont conformes aux normes utilisées par l'entreprise.

Cette diminution est due à l'activité acidifiante des bactéries lactique. En outre l'acidification du produit dépend du taux d'ensemencement et la viabilité des ferments (Desmazeaud, 1994 ; Lamontagne, 2002).

I.2.2. Acidité

La variation de l'acidité au cours de processus de fabrication est présentée dans la figure 02 :

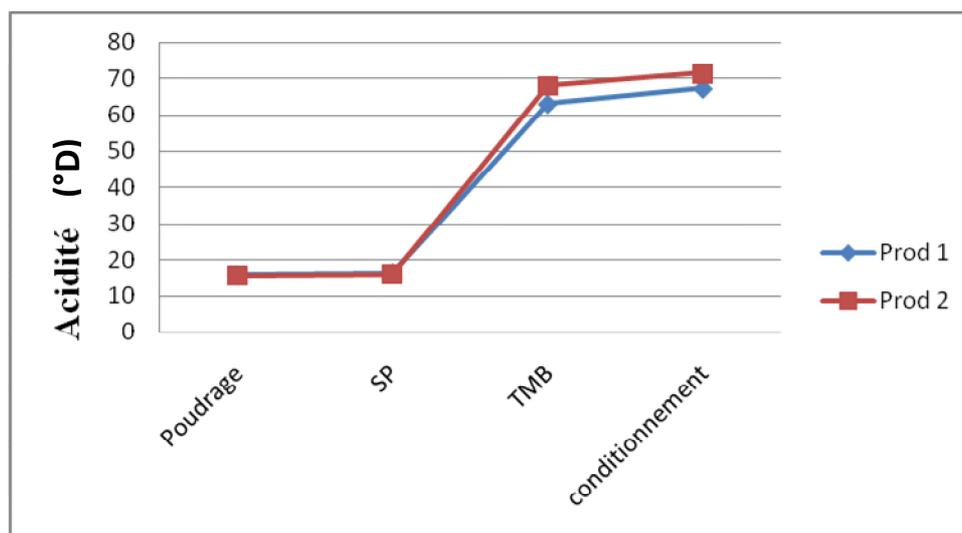


Figure 02 : Variation de l'acidité au cours du processus de fabrication du yaourt brassé.

Prod 1 : Production 1 ; Prod 2 : Production 2.

D'après les résultats obtenus, la variation de l'acidité au cours du processus de fabrication du yaourt est divisée en 3 étapes bien distinctes.

La première étape qui dure 1 heure (de poudrage) est caractérisée par une acidité titrable stable qui est de 16°D et de 15,5°D pour les productions 1 et 2, respectivement.

La deuxième étape concerne l'étape de maturation qui dure 4 heures est caractérisée par l'ajout des ferments lactiques. Durant cette étape l'acidité titrable augmente rapidement pour atteindre 67,2 °D; 71,42°D pour les productions 1 et 2, respectivement. Cette augmentation de l'acidité est due à la production progressive de l'acide lactique par les ferments lactiques (Luquet, 2008).

Durant la dernière étape, l'augmentation accrue de l'acidité s'est arrêtée. Ce qui est expliquée par l'arrêt de la fermentation par le refroidissement.

I.2.3. Matière grasse (MG)

La variation du taux de MG au cours du processus de fabrication est présentée dans la figure suivante :

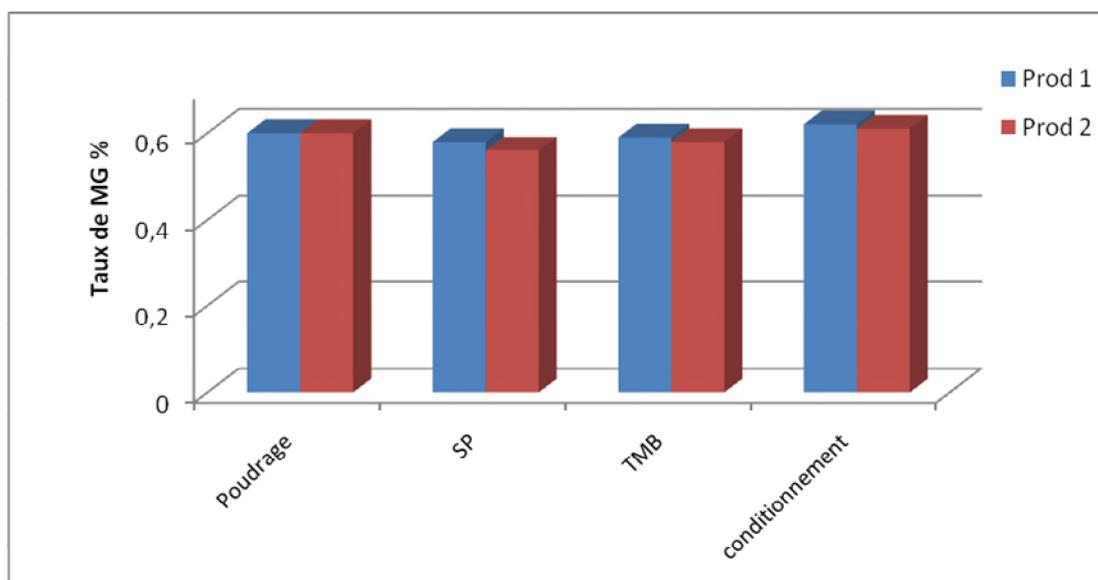


Figure 03 : Variation de la MG au cours du processus de fabrication du yaourt brassé.

Prod 1 : Production 1 ; Prod 2 : Production 2.

Les résultats obtenus permettent de constater qu'il y a une variation du taux en matière grasse au cours du processus de fabrication. En effet, les taux en matière grasse étaient de 0,6% au niveau du tank de poudrage, pour les deux productions, ce taux est diminué jusqu'à 0,56 et 0,58% après le traitement thermique, mais cette variation reste insignifiante car les taux en matière grasse enregistrés sont dans l'intervalle des normes utilisées par l'entreprise.

Cette diminution pourrait être due d'une part (1) à l'effet de pousse d'eau appliquée pour évacuer le reste du produit dans les tuyaux entre les Tanks de poudrage et SP et d'autre part (2) à l'agitation qui affecte la membrane protectrice des globules gras. En effet, selon **Weber (1985)**, cette membrane est fragile, elle peut notamment être endommagée par certains agents physiques, en particulier par les traitements mécaniques.

I.2.4. Extrait sec total

La variation d'EST au cours de processus de fabrication est présentée dans la figure suivante :

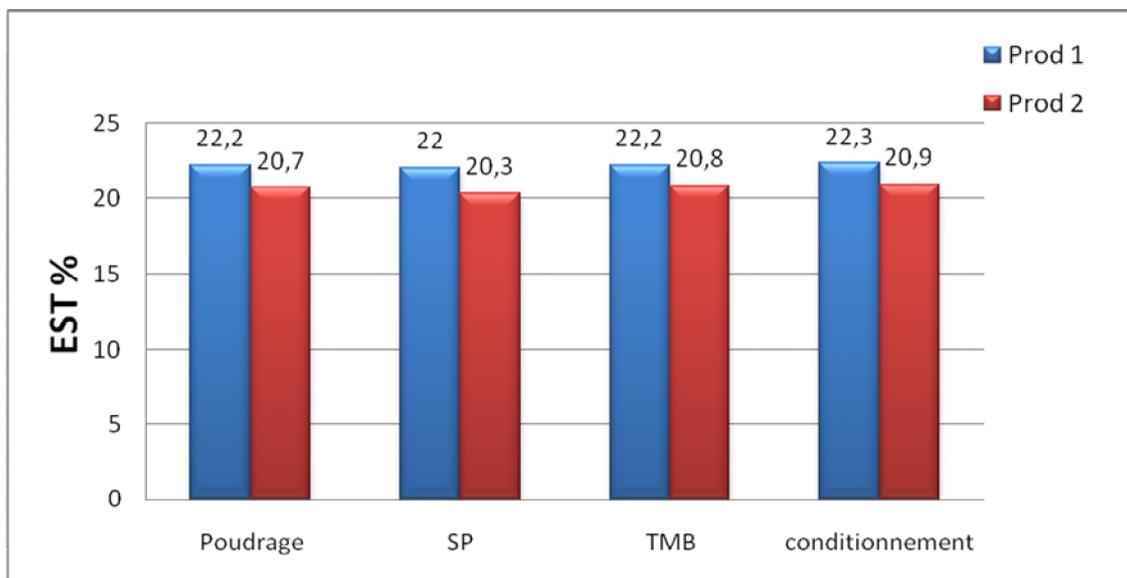


Figure 04: Variation de l'EST au cours du processus de fabrication du yaourt brassé.

Prod 1 : Production 1 ; Prod 2 : Production 2.

Les résultats permettent de constater qu'il y a une légère diminution de l'EST après le traitement thermique quelle que soit la production, cette variation, pourrait être due au mouillage sous l'effet de la pousse d'eau appliquée pour évacuer le reste du produit dans les tuyaux.

Selon les résultats obtenus nous constatons que le taux de l'EST pour les deux productions est conforme aux normes de l'entreprise, cela pourrait être dû à la bonne qualité de la matière première utilisée et le respect du processus de fabrication.

I.3. Le produit fini

Le pH et l'acidité du produit fini pour les deux productions étudiées ont été suivis, les résultats sont illustrés dans les figures 5 et 6.

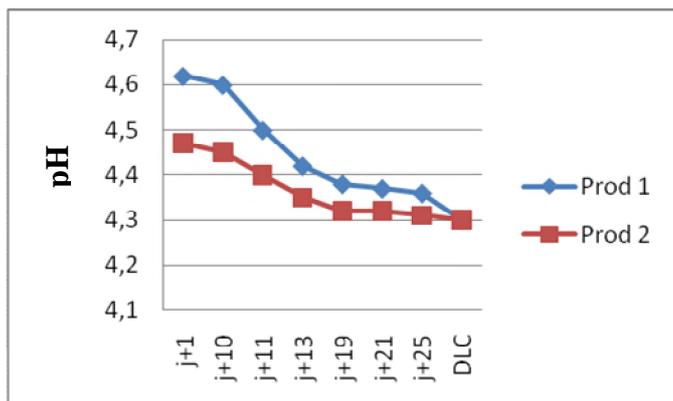


Figure 05 : Variation de pH au cours de stockage du yaourt brassé

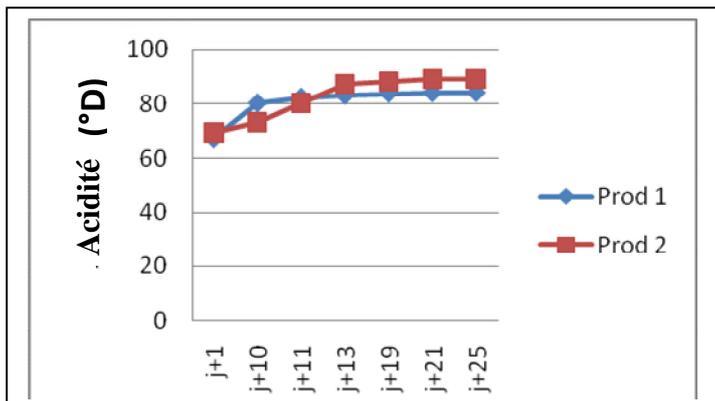


Figure 06 : Variation de l'acidité au cours de stockage du yaourt brassé

Prod 1 : Production 1 ; Prod 2 : Production 2.

Le pH joue un rôle non négligeable dans la qualité organoleptique du produit. Les résultats obtenus, indiquent que la valeur de pH diminue tout au long de la période de conservation jusqu'à la DLC pour les deux productions. Cette diminution est due à l'activité acidifiante contenue au cours de la conservation et l'accumulation d'acide lactique provenant du métabolisme des deux espèces bactériennes (**Hermier et al ,1986**). En effet, le maintien du yaourt au froid empêche la multiplication bactérienne, mais il n'arrête pas complètement leur activité métabolique.

Contrairement à l'acidité une augmentation peu rapide durant le stockage de 67.2°D jusqu'à 89.15°D, ce qui est expliquée par l'accumulation de l'acide lactique produit par les deux espèces bactériennes en présence des nutriments nécessaires à leur croissance.

II. Analyses microbiologiques

II.1. Matières premières

II.1.1. Eau de process

Les résultats microbiologiques d'eau de process sont illustrés dans le tableau IIX.

L'eau est l'un des éléments essentiels dans la reconstitution du lait, elle doit être de bonne qualité microbiologique afin de contribuer à élaborer un produit dépourvu de microorganisme nuisibles (**Gosta, 1995**).

Tableau IIX: Résultats microbiologiques de l'eau de process

Paramètre	résultat	Norme	Reference et méthode
<i>Germes aérobies à 37°C</i>	<20	<20	Art24/06/2012 J.O N°21/2013
<i>Germes aérobies à 22°C</i>	<100	<100	Art24/06/2012 J.O N°21/2013
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	<10	Art31/12/2012 J.O N°31/2013
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs	Art31/12/2012 J.O N°31/2013
<i>Clostridium /1ml à 44°C</i>	Abs	Abs	Art13/06/2012 J.O N°36/2013
<i>Clostridium /1ml à 44°C</i>	Abs	<5	Art13/06/2012 J.O N°36/2013
<i>Streptocoques fécaux/50ml</i>	Abs	Abs	ISO 7899

Les résultats obtenus de l'analyse d'eau de process sont conformes aux normes du **J.O.R.A (1998)**. Une absence totale des germes de contaminations et des pathogènes a été constatée, ceci montre que l'eau est de bonne qualité microbiologique et reflète une efficacité d'épuration des eaux et des filtres, ainsi que la bonne désinfection par le chlore.

II.1.2. Lait en poudre 26% et 0%

Les résultats de la recherche bactériologique des germes de contamination sont récapitulés dans le tableau IIIX.

D'après les résultats obtenus, nous constatons l'absence des *Staphylococcus aureus*, des coliformes, salmonelles et des levures et moisissures, ce qui est en accord avec les normes en vigueur. Pour les germes aérobies à 37°C le résultat obtenu (<10² UFC/1g) sont dans la zone de tolérance.

Le lait en poudre n'est pas stérile, il est stabilisé par la déshydratation, les traitements subis laissent subsister des bactéries sporulées aérobies ou anaérobies mésophiles ou thermophiles exemple le *Clostridium* (Guiaud, 2003).

Tableau IIIX: Résultats microbiologiques de la poudre de lait.

Paramètre	résultat	Norme	Référence
<i>Germes aérobies à 37°C</i>	<10 ²	2.10 ⁵	J.O N°32 du 23/05/2013
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	10	NA 2691
<i>Clostridium SR</i>	Abs	10	Art29/07/2012 J.O N°51/2013
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Art23/01/2005 J.O N°42/2005

II.1.3. Amidon et arôme

Les résultats des analyses microbiologiques relatives à l'amidon et l'arôme sont illustrés dans les tableaux IX et X, respectivement.

Tableau IX : Résultats microbiologiques de l'amidon

Paramètre	résultat	Norme	Référence
<i>Germes aérobies à 30°C</i>	<20	20	ISO 7218
<i>Germes acidifiants</i>	Abs	5	ISO7218
<i>Clostridium SR 46°C</i>	Abs	1	ISO7937
<i>Levures</i>	Abs	1	ISO7954
<i>Moisissures</i>	Abs	1	ISO7954

Les résultats montrent que les analyses microbiologiques des matières premières (l'amidon et l'arôme) sont conformes aux normes utilisées par l'unité HAMMADIT, 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.

Tableau X : Résultats microbiologiques de l'arome

Paramètre	résultat	Norme	Référence
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	/	ISO 4832
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	/	ISO 4832
<i>Streptocoques D</i>	Abs	/	ISO 7899
<i>Clostridium SR 46°C</i>	Abs	/	Art29/07/2012 J.O N°51/2013
<i>Levures</i>	Abs	/	Art02/06/2015 J.O N°48/2015
<i>Moisissures</i>	Abs	/	Art02/06/2015 J.O N°48/2015

II.2.Produit Semi fini

Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse microbiologique pour les deux productions au niveau de processus de fabrication.

Tableau XI : Analyses microbiologique au niveau de processus de fabrication

Paramètre	résultats				Norme	Référence
	Prod 1		Prod 2			
	TP	TM	TP	TM		
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	10	J.O N°35/1998
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	1	J.O N°35/1998
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	10	J.O N°35/1998
<i>Levures</i>	Abs	Abs	<10 ²	Abs	<10 ²	J.O N°35/1998
<i>Moisissures</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	J.O N°35/1998
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	J.O N°35/1998

II.2.1. Au niveau de tank de poudrage

Les résultats obtenus témoignent l'absence totale des germes recherchés. Néanmoins nous avons noté la présence de levures dans la deuxième production mais qui reste tolérante, cette surcharge microbienne peut être attribuée en grande partie aux portes de ce compartiment qui

sont toujours ouvertes pour approvisionnement en matières premières, ce qui l'expose à la contamination par les microorganismes via air extérieur. Selon **Bourgeois et Leveau (1991)**, l'air est considéré comme un facteur de contamination.

II.2.2. Au niveau tank de maturation

D'après les résultats obtenus comparativement aux résultats obtenus au niveau de PT, nous avons constaté qu'il y a absence totale des germes recherchés et une réduction dans la charge de la flore totale pour les deux productions, cela pourrait être principalement due à la fiabilité du traitement thermique (95C°/5min). 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 thermo sensibilité 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.3. Produit fini

Les résultats de l'analyse microbiologique de produit fini sont présentés dans le tableau XII.

Les analyses microbiologiques du produit fini du J+1 jusqu'à J+29 montrent une absence totale des coliformes totaux ainsi que les levures et moisissures qui sont des germes de contamination. Leur absence est notée pour l'ensemble des échantillons, ce qui confirme :

- L'efficacité du traitement thermique qu'a 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 emballages (sac en plastique) qui sont assurés 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**).

Tableau XII: l'analyse microbiologique de produit fini

Paramètre	résultats								Norme	Reference et méthode
	J+1	J+10	J+11	J+13	J+19	J+21	J+25	J+29		
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10	NA2691
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1	NA2691
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10	NA 2696
<i>Levures</i>	Abs	Abs	Abs	<10 ²	Abs	Abs	Abs	Abs	<10 ²	NA2688
<i>Moisissures</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA5911
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA5911

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 par *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 ajoutés pour la maturation de ce dernier.

Nous avons noté aussi l'absence totale des germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Salmonelle*), leur absence est enregistrée durant toute la durée de vie du produit fini de J+1 jusqu'à J+29 cela 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 du consommateur, car ce produit est exempt des bactéries pathogènes responsables de l'intoxication alimentaire.

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 HAMMADITES.

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 du yaourt brassé à l'unité HAMMDITES.

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 deux productions tout au long du processus de fabrication ainsi que pendant la durée de vie du produit fini (29 jours +1).

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 des deux productions témoignent une bonne conservation des produits à 6°C jusqu'au jour de péremption et une bonne qualité physicochimique et microbiologique.

Tous les résultats obtenus démontrent l'efficacité du procédé de fabrication du 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 dû aboutir à des résultats sans la pleine coopération de l'ensemble de personnel de l'unité HAMMADITES, surtout le respect professionnel envers la qualité et la conformité pour bien servir et satisfaire le consommateur.

A

Ababsa A. (2012). Recherche de bactériocines produites par les bactéries lactiques du lait. Thèse de MAGISTER en Génie microbiologique. Université FERHAT Abbas- SETIF.

Amiot et Britten M. (2002). Sciences et technologie du lait. Manuel de transformation du lait. Ed. Tec et Doc. pp. 362-378

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.

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.

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. P259.

Brule G. (1997). La micelle de caséine 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.

C

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

Cherry C (1980). Les laits reconstitués et leur utilisation. Edition. Apria Paris.p345.

Codex Alimentarius (1975). Lait et produits laitiers. Première édition. Rome.

D

Dellaglio F ., Guyomarch ., Morand M. et Novales B. (2011). Agrégation protéique et propriétés gélifiantes et moussantes des protéines laitières. *Innovations Agronomiques*. 13, 117-132.

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

E

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

G

Gosta R . (1995).; Les produits laitiers recombines, lait longue conservation, nettoyage du matériel de laiterie. In *Manul de transformation du lait*. Ed. Tetra packs processing systems A.B, Sweden, 1995, p 215 – 380.

Guiaud J P. 2003. Microbiologie alimentaire. Nouvelle édition, technique et ingénierie. Paris, France. 652 p.

H

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

J

Jeanet R ., Croguennec T ., Mahaut M., Schuck P et Brule G. (2008). Les produits laitiers (2e Ed.), Edition Tec et Doc, Lavoisier (3) Paris, P31, P 4-37

K

Kowalski A. et al.,(2014). physique chimie :1^{er} et Terminale bac technologique STAV(seconde partie), Educagri Editions,p 344

L

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 technologielaitière du québec Inc. ST. Laurent. Ecole polytechnique de Montréal. Pp : 89-90.

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

Lamoureux L. (2000)., Exploitation de l'activité β - galactosidase de cultures de bifidobacteries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides.Mémoire de grade de maitre et science (M-Sc). Faculté des études supérieures de l'université Laval .Quebecp173 .

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. (1997). Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire. Paris. Ed. Technique et documentation. 273 p.

Laurence Audenet V. et Cohen Maurel E. (2004), conserve traditionnel et fermier paris Edition technique et documentation –Lavoisier ,p633

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

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

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.

Luquet FM et Corrieu G. (2008). Bactéries lactiques de la génétique au ferment. EditionTec et Doc, Lavoisier. Pp 307-763.

Luquet F.M. (1985). Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Les laits de mamelle à la laiterie. Edition : Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France.

M

Mahaut M., Jeantet R., Brulé G. et Schuck P. (2000). Les produits industriels laitiers Tech&Doc, Lavoisier, Paris.178p.

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.

Martin J.C. (2000). Technologie des laits de consommation. Edition : Uni lait, CANDIA Direction Développement Technologique. P: 135.

R

Rodier J. Legube B. Merlet N. et coll (2009). L'analyse de l'eau. 9ème édition. Ed. DUNOD. 1526p.

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.

Roussel Y.,Pebay M., Guedon G., Simonet J.P., Decarissn B. (1994) Physical and genetic map of streptococcus thermophilus A054. Journal of Bacteriology, 176(24), P : 7413-7422.

S

Sodini I. et Beal C. (2012). Fabrication des yaourts et laits fermentés. Ed. Technique de l'ingénieur. F6315. Pp : 02-16.

T

Tome D. (2002). Laits 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

Veirling E. (1998) : Aliment et boisson, ed : Doin, Paris.

Veirling E.(1998) : Aliment et boisson, ed : Doin, Paris.

Vierling E. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit. 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine. p.11.

Vignola C. (2010) Science et technologies du lait “ transformation du lait”. Québec, Canada P 444.

w

Weber F. (1985). Réfrigération du lait a la ferme et organisation des transports. EditionFood et agriculture Org. 216p.

Textes règlementaires

1. **FAO et OMS. (2007)**. Lait et produits laitiers. Rome. 1ère édition. Pp. 14.

2. **FAO et OMS. (2011)**. Lait et produits laitiers. Rome. 2ème édition. Pp. 3

3. **J.O.R.A. n°66, (2012)**. Arrêté du 3 Août 2011 relatif à la méthode de détermination de la teneur en chlorure de sodium dans les corps gras d'origine animale et végétale. p. 15.

4. **J.O.R.A.n°19, (2000)**. Arrêté interministériel du 27 Dhou El Hidja 1420correspondant au 2 avril 2000, modifiant et complétant l'arrêté du 17 Rajab 1420correspondant au 27 octobre 1999 relatif aux spécifications du lait en poudre industriel et aux conditions et modalités de sa présentation, sa détention, sont utilisation et sa commercialisation. P.15.

5. **J.O.R.A.n°69, (1993)**. Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18août 1993 relatif aux spécifications et à la représentation de certains laits de consommation. P. 16.

6. **J.O.R.A.n°86,(18-11-1998)**. Arrêté interministériel du 16 Joumada Ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatifs aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation, P.22.

7. **J.O.R.A.n°94, (1998)**. Arrêté interministériel du 13 Chaabane 1419 correspondant au 2 décembre 1998 relatif aux spécifications techniques de poudre de lait et aux conditions et modalités de leur présentation. p. 23.

1. Présentation de l'organisme d'accueil

La laiterie HAMMADITES ou SARL Etoile Service est une entreprise qui a officiellement vu le jour en janvier 2016.

- Type : industrie laitière
- Grosseur : SARL
- Capacité : environ 30 000L/h
- Superficie : 1400 m²

2. Situation géographique

SARL Etoile Service ; lotissement N° 25 zone d'activité d'Elkseur Bejaia qui se situe à 25km du chef-lieu de la wilaya et à 200km de la capitale.

3. Produits fabriqués

- Lait entier pasteurisé .
- L'ben .

Yaourt brassé gout banane et fraise .

- Beurre cru.

Annexes n°02

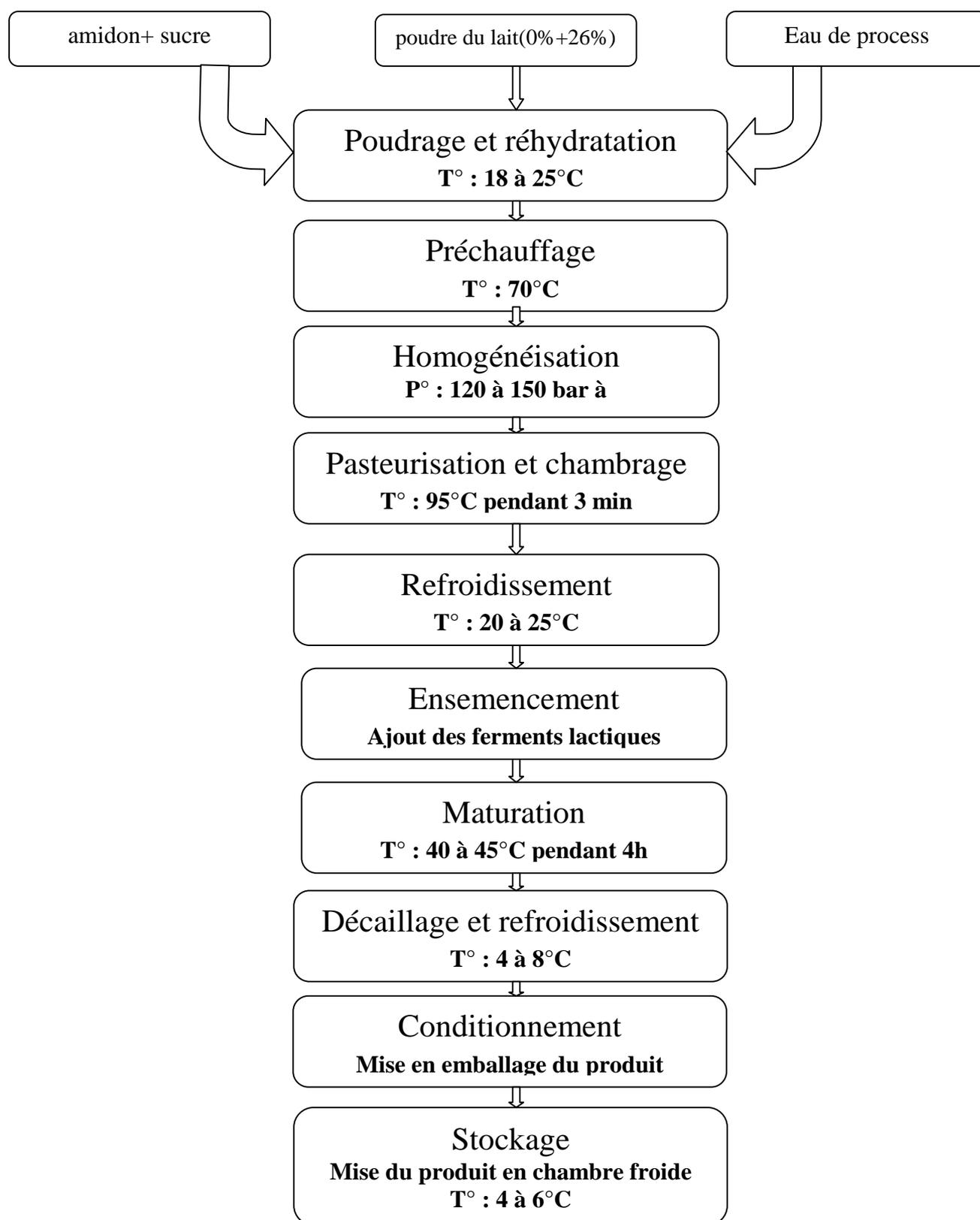


Figure 01 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé aromatisé au niveau de la laiterie «HAMMADITES».

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 deux 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, acidité, EST, MG) des deux productions par rapport aux normes fixées par l'entreprise HAMMADTES 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.

Abstract

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 two 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, acidity, total dry extract, Fat) of the two productions to the standards set by the company HAMMADITES 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.