

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*Université 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 du Diplôme de Master*  
*Option : Microbiologie Alimentaire et Santé*

## Thème

**Contribution au suivi de la stabilité du  
yaourt brassé aromatisé « Créamix »  
produit par la laiterie Danone Djurdjura  
Algérie**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> BECHRI Latifa**

**M<sup>elle</sup> BOUZARARI Meriem**

**Membres de jury :**

**Président : M<sup>me</sup> YAHIAOUI H.**

**Promotrice : M<sup>me</sup> TETILI F.**

**Co-promoteur : M<sup>r</sup> HALLIL N.**

**Examineur: M<sup>me</sup> BENACHOUR K.**

**Examineur: M<sup>me</sup> KERAMANE B.**

**Année universitaire: 2013 -2014**

# Remerciements

*Avant tout nous tenons à remercier Allah d'avoir guidé nos pats et qui nous protégées durant toutes nos années d'étude.*

*Au terme de ce modeste travail, nous tenons à adresser notre plus sincères et vifs remerciements et gratitude à notre promotrice Mme TETILI F. d'avoir accepté de nous encadrer et qui nous a toujours guidé dans la réalisation de ce travail*

*Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude et nos vives reconnaissances à l'égard de membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en jugeant notre travail*

*Nous remercions infiniment l'ensemble du personnel qui travaille au sein de la laiterie Danone Djurdjura, la responsable de service du laboratoire ainsi que nos remerciements les plus respectueux sont adressés en particulier à M<sup>r</sup> HALLIL N. notre coopromoteur pour son encadrement, son orientation judicieuse, sa confiance, ses conseils et son aide précieux qui nous ont été infiniment utiles.*

*A tout le personnel du laboratoire de contrôle de qualité à savoir : Salima, Souad, Djamel, Khaled, Hakim, Wahib, Achour, Dallil et Lahlou pour leurs aide et pour avoir fait preuve de disponibilité et d'attention au long de notre stage.*

*Toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail trouvent ici nos vifs remerciements et nos profondes gratitudes.*

*Merci*



# Dédicaces

*J'ai un grand plaisir de dédier ce travail à la lumière de ma vie  
« ma chère famille » :*

*A ma chère maman qui n'a jamais cessé de ménager ses efforts pour  
que j'atteigne ce niveau. Ses sacrifices et privations ne l'ont pas  
empêché d'accomplir son devoir de mère soucieuse de l'avenir de ses  
enfants.*

*A mon cher papa qui a su se montrer patient, compréhensif et  
encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi  
d'un grand réconfort.*

*A mon adorable et unique frère Slimaine qui était toujours à mes  
côtés et qui n'a jamais cessé de me soutenir et de m'encourager durant tout  
mon parcours d'études, et à qui je dois ma réussite et mon succès ;*

*A mes supers sœurs qui étaient toujours à mes côtés: Louiza, Assia,  
Liala, Nabila, Rahima et Dida*

*A mes grands parents à qui je souhaite une longue vie*

*A mes oncles et leurs femmes et à ma tante Nana-3didi et sa famille  
A mes cousines et mes cousins particulièrement Omar*

*A mes chères adorables copines de chambre Nina, Kahina et Rosa avec  
lesquelles j'ai passé des moments merveilleux et inoubliables  
A mes chères amies Soussou, Lamia, Assia, Toutou, Kahina, Meriem...*

*A ma copine Meriem avec laquelle j'ai partagé ce modeste travail et avec laquelle  
j'ai passé des bons moments durant la période de notre stage.*

*A tous les travailleurs de l'entreprise Danone Djurdjura spécialement le  
département de contrôle de qualité avec lesquels j'ai passé des  
moments inoubliables*

*A toute la promo Master II microbiologie et particulièrement  
MAS 2013-2014.*

*Latifa*

# Dédicace

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à la lumière de ma vie « ma très chère famille » :*

*A la mémoire de mon père que malgré son absence je sais qu'il est fier de ce que je suis aujourd'hui, dieu le garde dans son vaste paradis et que son âme repose en paix;*

*A celle qui m'a mis au monde, qui me donne de l'espoir, qui m'inspire courage et qui me sert de modèle, celle qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, ma source de joie et du bonheur ma très chère mère «Farida» que dieu la protège;*

*A mes adorables frères : Amar et M'hend qui ont été toujours un exemple pour moi et toujours à mes côtés, a m'encouragé et me soutenir durant tout mon parcours d'études, et a qui je dois ma réussite et mon succès;*

*A mon très cher frère Madjid et sa femme Fadhila que j'estime beaucoup;*

*A mes très chères Sœurs Laaldja et Samia qui ont été toujours à mes côtés et qui ont veillé à ma réussite en déployant tous les efforts nécessaires;*

*A ceux qui m'ont toujours soutenue et encouragée durant mes études;*

*Ma sœur Bahia et son mari Djamel*

*Ma sœur Fazia et son mari Naim*

*Ma sœur Djedjiga et son mari Rabah*

*A ma très chère tante « Taklit » à qui je souhaite une longue vie;*

*A mes nièces : Sara, Mina et Hiba;*

*A mes neveux : Anis, Yacine, Tayeb, Loucif et Rayen*

*A la fiancée de mon frère « Dihia » et sa famille;*

*A ma copine Latifa avec laquelle j'ai partagé ce travail et à sa famille;*

*A celle avec laquelle j'ai partagé 5 ans de bonheur ma copine de chambre Souhila;*

*A tout mes amies en particulier : Siham, Nacira, Kahina, Hassiba, Louiza, Assia, Rosa, Nina, Kahina, Safia et Fahima.*

*A tous les travailleurs de l'entreprise DANONE DJURDJURA spécialement le département contrôle de qualité avec lesquels j'ai passé des moments inoubliables.*

*A toute la promo Master II MAS 2013/2014*

**Meriem**

# ***SOMMAIRE***

*Liste des tableaux*

*Liste des figures*

*Liste des abréviations*

## **Introduction**

### ***Synthèse bibliographique***

I. Généralités sur le lait et lait fermenté (yaourt) .....	2
I.1. Définitions.....	2
I.2. Yaourt .....	2
I.3. Ferments lactiques du yaourt .....	2
I. 3.1. Caractéristiques des bactéries du yaourt .....	3
I.3.2. Intérêt et fonctions des bactéries lactiques du yaourt .....	3
I.3.3. Coopération entre les deux bactéries lactiques du yaourt.....	4
I.4. Différents types de yaourt.....	5
I.5. Composition biochimique du yaourt.....	6
I.6. Effets nutritionnels et thérapeutiques du yaourt .....	6
I.6.1. Amélioration de l'absorption du lactose .....	6
I.6.2. Amélioration de la digestibilité des protéines.....	6
I.6.3. Effet sur la teneur en vitamines et en sels minéraux.....	6
I.6.4. Activité antimicrobienne.....	6
I.6.5. Stimulation du système immunitaire .....	7
I.6.6. Action préventive contre le cancer de la sphère digestive .....	7
I.6.7. Action hypocholestérolémiante .....	7
II. Yaourt brassé .....	7
II.1. Définition .....	7
II.2.Processus de fabrication .....	7

## *Partie expérimentale*

### **Présentation de l'organisme d'accueil**

### **Matériel et méthodes**

I. Échantillonnage .....	13
II. Méthodes de prélèvement des échantillons .....	13
II.1. Matières premières. ....	13
II.2. Produit semi fini .....	14
II.3. Produit fini .....	14
III. Analyses .....	15
III.1. Analyses physico-chimiques .....	15
III.1.1. Détermination de l'acidité Dornic .....	15
III.1.2. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH) .....	16
III.1.3. Détermination du taux de protéines .....	16
III.1.4. Détermination du taux de matière grasse et de l'extrait sec total.....	16
III.1.5. Détermination de la viscosité .....	16
III.2. Analyses microbiologiques .....	17
III.2.1. Préparation des dilutions .....	18
III.2.2. Recherche et dénombrement des différentes flores .....	18
III.2.3. Test de stabilité.....	19
III.3. Analyses sensorielles.....	20

### **Résultats et discussion**

I. Résultats des Analyses physico-chimiques.....	21
II. Résultats des analyses microbiologiques.....	31
III. Résultats des analyses sensorielles .....	38
<b>Conclusion</b> .....	39

Références bibliographiques

Annexes

## *Liste des tableaux*

<b>Numéro</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Page</b>
<b>I</b>	Analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons	<b>15</b>
<b>II</b>	Les germes recherchés et les germes dénombrés dans les échantillons prélevés	<b>18</b>
<b>III</b>	Techniques de dénombrement de différentes flores	<b>19</b>
<b>IV</b>	Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait à 0% MG	<b>21</b>
<b>V</b>	Variation du taux des protéines et de la viscosité dans les différentes productions	<b>30</b>
<b>VI</b>	Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process	<b>31</b>
<b>VII</b>	Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait à 0% MG	<b>32</b>
<b>VIII</b>	Résultats des analyses microbiologiques de la MGLA	<b>32</b>
<b>IX</b>	Résultats des analyses microbiologiques des arômes	<b>33</b>
<b>X</b>	Résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini au niveau du TLE	<b>33</b>
<b>XI</b>	Résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini au niveau du SP	<b>34</b>
<b>XII</b>	Résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini au niveau du TSBL	<b>35</b>
<b>XIII</b>	Résultats des analyses microbiologiques du produit fini	<b>35</b>
<b>XIV</b>	Résultats de stress test à 30°C/3 Jours	<b>36</b>
<b>XV</b>	Résultats de stress test à 25°C/10 Jours	<b>36</b>
<b>XVI</b>	Résultats du test de stabilité au cours du stockage pendant 14 jours et à DLC+2	<b>37</b>
<b>XVII</b>	Résultats des analyses sensorielles du produit fini	<b>38</b>

### Liste des tableaux aux annexes :

<b>Numéro</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Annexe</b>
<b>I</b>	Composition du yaourt	<b>I</b>
<b>I</b>	Taux des composants du produit semi-fini	<b>II</b>
<b>III</b>	Variation du pH dans les différentes productions au cours du suivi	<b>II</b>
<b>III</b>	Variation de la viscosité dans les différentes productions au cours du suivi	<b>II</b>

## Liste des figures

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Schéma illustrant l'action synergique des ferments lactiques du yaourt	<b>5</b>
<b>2</b>	Variation du taux des protéines au niveau du TLE, SP et TSBL pour les différentes productions	<b>22</b>
<b>3</b>	Variation du taux de la matière grasse au niveau du SP et TSBL pour les différentes productions	<b>23</b>
<b>4</b>	Variation du taux de l'extrait sec total au niveau du SP et TSBL pour les différentes productions	<b>24</b>
<b>5</b>	Variation du pH en fonction du temps de conservation pour les différentes productions	<b>25</b>
<b>6</b>	Variation de la viscosité en fonction du temps de conservation pour les différentes productions	<b>26</b>
<b>7</b>	Relation entre la variation du pH et de la viscosité pour les différentes productions	<b>28-29</b>

### Liste des figures aux annexes :

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Annexe</b>
<b>1</b>	Diagramme de fabrication du yaourt brassé	<b>I</b>
<b>1</b>	Organigramme de l'entreprise DANONE DJURDJURA ALGÉRIE	<b>II</b>
<b>2</b>	Milko Scan <sup>TM</sup> FT 120	<b>II</b>
<b>3</b>	Food Scan <sup>TM</sup>	<b>II</b>
<b>4</b>	pH mètre HI2210 « HANNA instrument »	<b>II</b>
<b>5</b>	TAXT Express	<b>II</b>



**AFNOR** : Association Française de la NORmalisation

**CEE** : Communauté Économique Européenne

**°D** : Degré Dornic

**DLC** : Date Limite de Consommation

**EPS** : Exo Poly Saccharide

**EST**: Extrait Sec Total

**FAO**: Food and Agricultural Organization

**ISO**: International Standard Organization

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**Lb** : *Lactobacillus*

**MIF** : Module Injection de Ferment

**MG** : Matière Grasse

**MGLA** : Matière Grasse Laitière Anhydre

**OGA** : Oxytetracycline Glucose Agar

**PCA** : Plate Count Agar

**PDL** : Poudre du lait

**pH** : potentiel d'Hydrogène

**P** : Production

**SP** : Sortie du pasteurisateur

**St** : *Streptococcus*

**TLE** : Tank du Lait Écrémé

**TMB** : Tank de Maturation Brassé

**TP** : Taux de Protéines

## *Liste des abréviations*

---

**TSBL** : Tank de Stockage du Brassé Laitier

**UFC** : Unité formant colonie

**V** : Volume

**VRBL** : Violet Red Bile Lactose agar (Milieu lactosé bilié au cristal violet et rouge neutre)

# *Introduction*

Le lait est l'un des meilleurs aliments qu'on puisse avoir, il joue un rôle primordial dans notre régime alimentaire. Il est consommé sous différentes formes; soit sous forme de lait de consommation ou sous forme de lait transformé: fromages, desserts lactés, et yaourt. Ce dernier permet une meilleure conservation du lait contre les altérations (Leyral et Vierling, 2007).

Bien que la fabrication et la consommation des laits fermentés remonte à la plus haute antiquité, les progrès réalisés dans l'élaboration, la standardisation et la diversification des yaourts correspondent pour la plupart aux efforts de recherche entreprise au cours du siècle dernier (Boubchir-Ladj, 2011).

En effet, le yaourt est identifié comme un aliment bénéfique pour la santé du consommateur. C'est un produit de grande consommation. La dynamique actuelle du marché concurrentiel oblige les industries à satisfaire la demande du consommateur. Cette satisfaction n'a lieu que par un produit stable et de bonne qualité hygiénique, nutritionnelle, organoleptique et sanitaire qui dépend de l'application rigoureuse des contrôles physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques durant différents stades de production. Ces contrôles permettent de déterminer les causes et les origines des altérations pouvant apparaître dans le produit fini.

Notre étude réalisée à la laiterie DANONE DJURDJURA repose sur le suivi de la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle du yaourt brassé « Créamix » de la matière première jusqu'au produit fini à DLC+2, en passant par tous les points de contrôle afin de déterminer les origines des altérations qui peuvent apparaître au niveau du produit.

Cette étude comporte une partie théorique où sont représentées des généralités sur le lait, le yaourt, et la technologie de fabrication du yaourt brassé d'une part, et d'une partie pratique qui porte sur les analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles effectuées tout au long du processus de fabrication et durant la durée de conservation d'autre part.

*Synthèse  
bibliographique*



## **I. Généralités sur lait et lait fermenté (yaourt)**

### **I.1. Définitions:**

#### **I.1.1. Définition du lait :**

C'est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, sans addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (J.O.R.A, n°69, 1993). C'est le produit de sécrétion des glandes mammaires, comme la vache, la chèvre et la brebis, destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (Amiot et *al.*, 2002).

Du point de vue physico-chimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (Amiot et *al.*, 2002).

#### **I.1.2. Définition de la poudre de lait :**

On entend par lait en poudre ou lait déshydraté ou lait sec, le produit solide obtenu directement par élimination de l'eau du lait. Le lait en poudre se présente sous l'aspect d'une poudre de couleur blanche, ou légèrement crème, homogène, ne contenant pas d'impuretés, de grumeaux ni de particules colorées. Il est franc d'odeur et de saveur (J.O.R.A, n°80, 1999).

### **I.2. Yaourt :**

La dénomination "yaourt" ou "yoghourt" est réservée au lait fermenté obtenu par le développement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques dites *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* ssp *thermophilus*, qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini, à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme rapportées à la partie lactée. La quantité d'acide lactique libre contenue dans le yaourt ou yoghurt ne doit pas être inférieure à 0,7 gramme pour 10<sup>7</sup> bactéries /gramme lors de la vente au consommateur (J.O.R.A, n°54, 1998; Jeantet et *al.*, 2007).

### **I. 3. Ferments lactiques du yaourt :**

L'industrie laitière utilise certaines bactéries, appelées ferments, dans la fabrication du yaourt. On nomme ferments lactiques les bactéries utilisées pour l'acidification du lait.

### I.3.1. Caractéristiques des bactéries du yaourt :

Les deux bactéries lactiques *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* associées dans la préparation du yaourt, ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (FAO, 1995). Elles se développent en synergie et se caractérisent par leur température optimale de croissance, leur pouvoir acidifiant du lait par fermentation homolactique, et par leur pouvoir aromatisant (par production d'acétaldéhyde notamment). Certaines souches ont une action sur la consistance du gel par la production de polysaccharides (FAO, 1995; Jeantet et *al.*, 2007; Vierling, 2008).

#### **a. *Streptococcus thermophilus*:**

*St. thermophilus* est un cocci Gram positif, anaérobie facultatif ou micro- aérophile, immobile, non sporulée, catalase négative, produit l'acide lactique sous forme isomère L(+). Sa température optimale de croissance est entre 39 et 44°C (Beal et Sodini, 2003, J.O.R.A, n°43, 2004). Elle peut survivre à 65°C/30 min (Leveau et Bouix, 1993; FAO, 1995).

#### **b. *Lactobacillus bulgaricus*:**

*Lb. bulgaricus* est un bâtonnet Gram positif, anaérobie facultatif ou micro- aérophile, immobile, non sporulée, catalase négative, produit l'acide lactique sous forme isomère D(+). Sa température optimale de croissance est entre 40 et 46°C (J.O.R.A, n°43, 2004) mais elle est sensible aux températures dépassant 50°C (Drider et Prévost, 2009).

### I.3.2. Intérêt et fonctions des bactéries lactiques du yaourt :

#### ✓ **Productions d'acide lactique:**

La production de l'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, parce que cet acide organique permet la conservation, en intervenant comme coagulant et antibactérien (Schmidt et *al.*, 1994).

#### ✓ **Production des composants aromatiques:**

Les bactéries lactiques du yaourt produisent des composés aromatiques tels que le diacétyl et l'acétaldéhyde; afin d'assurer la saveur caractéristique au yaourt en plus du goût acidulé dû à la production de l'acide lactique (FAO, 1995).



### ✓ **Activité protéolytique:**

Les bactéries du yaourt grâce à leur système protéolytique qui est constitué de protéases et des peptidases, dégradent la fraction protéique du lait afin de satisfaire leurs besoins en acides aminés (Leveau et Bouix, 1993).

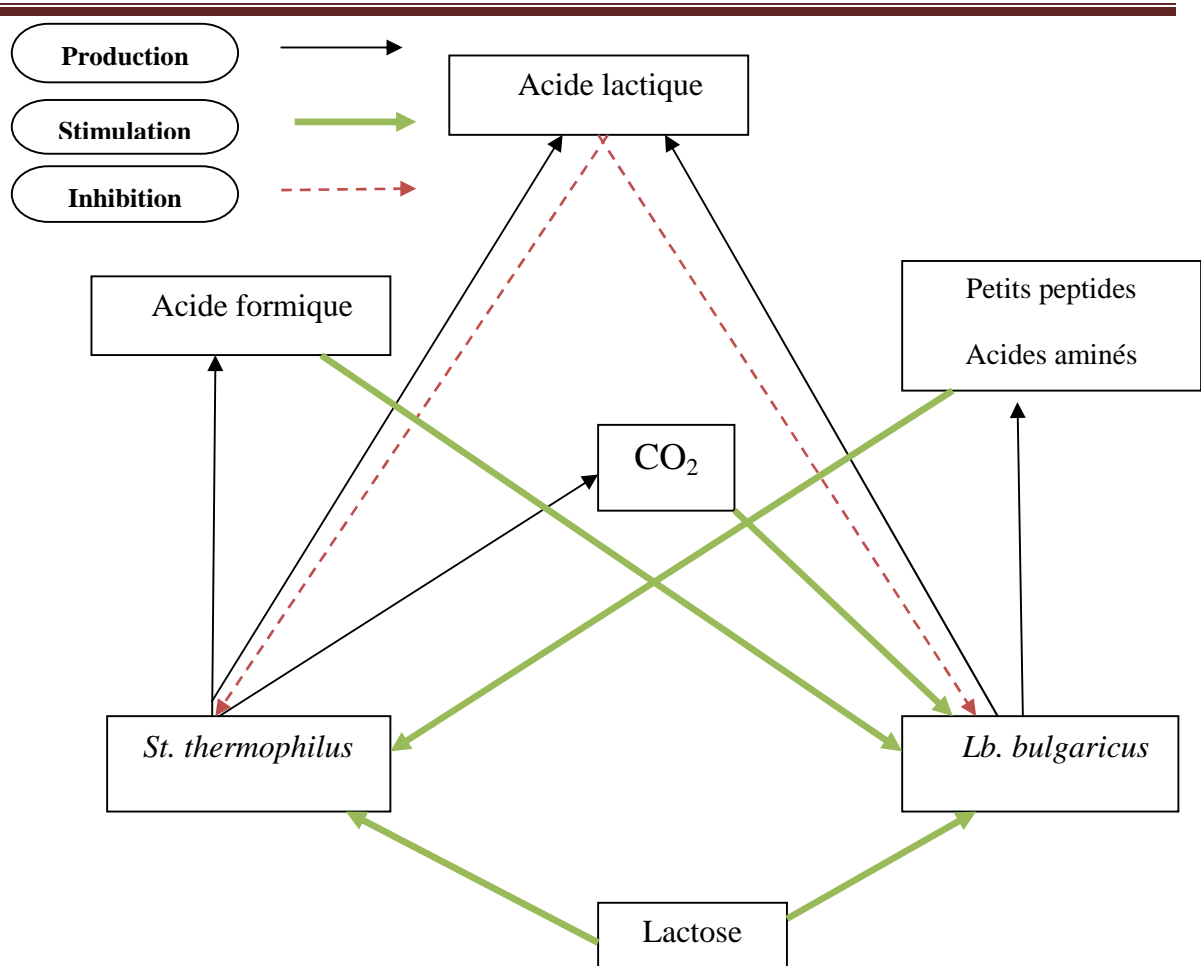
### ✓ **Production d'agents texturants:**

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 (Beal et Sodini, 2003; Jeantet et *al.*, 2007).

### **1.3.4. Coopération entre les deux bactéries lactiques:**

Lors de la production du yaourt, l'utilisation combinée de *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* permet de valoriser la coopération, existante entre elles, qui se traduit par une augmentation des vitesses d'acidification, un accroissement des concentrations bactériennes, une amélioration de la production des composés aromatiques (acétaldéhyde notamment) et de la stabilité physique du produit (réduction des problèmes de synérèse) (Béal et Sodini, 2003).

Au départ dans le lait, il y'a que de faibles quantités d'acides aminés et des peptides qui assurent seulement le démarrage la croissance des bactéries du yaourt (FAO, 1995). Vu le pH favorable du milieu, *St. thermophilus* amorce la fermentation en procurant au *Lb. bulgaricus* les composantes requises à son activité fermentaire telles que l'acide formique et le gaz carbonique (Gentès, 2011). De sa part, *Lb. bulgaricus* grâce à son activité protéolytique élevée hydrolysent partiellement les caséines et libère des acides aminés et des petits peptides qui stimulent la croissance de *St. thermophilus* (Jeantet et *al.*, 2008 ; Gentès, 2011). L'acidification engendrée par le développement de *St. thermophilus* place *Lb. bulgaricus* dans les conditions optimales de croissance (Vierling, 2008). Pour fabriqué un bon yaourt, le rapport entre les deux bactéries *St. thermophilus* / *Lb. bulgaricus* doit être de 2/1(Luquet, 1990) ou de 1/1(Leveau et Bouix, 1993; Lamontagne, 2002). La figure 01 illustre la coopération entre les deux bactéries du yaourt.



**Figure 01 : Schéma illustrant l'action synergique des ferments lactiques du yaourt (Jeantet et al., 2008).**

#### **I.4. Différents types du yaourt :**

Selon le lieu de déroulement de fermentation et le brassage du coagulum on distingue les yaourts fermes et les yaourts brassés.

**I.4.1. Yaourts fermes :** La fermentation à lieu directement en pot après conditionnement. Ce sont généralement des yaourts nature ou aromatisés. Ils ont une texture ferme à la surface lisse (Boudier, 1985).

**I.4.2. Yaourts brassés :** La fermentation à lieu en cuve avant brassage et conditionnement. Ce sont généralement des yaourts veloutés naturels ou aux fruits. Ils ont une texture presque fluide (Jeantet et al., 2008).

Selon l'arrêté interministériel du 7 octobre 1998, article 03 du JORA ; les yaourts sont classés en trois types selon la teneur en matière grasse :

**Yaourts gras :** dont la teneur minimale en matière grasse laitière est égale à 3%.

**Yaourts partiellement écrémés :** maximum 3% de matière grasse et minimum 0,5%.

**Yaourts écrémés :** dont la teneur en matière grasse est inférieure à 0,5%.

### **1.5. Composition biochimique du yaourt :**

Les principaux constituants du yaourt sont présentés dans le tableau I (Annexe I).

### **I.6. Effets nutritionnels et thérapeutiques du yaourt :**

Au court de la fermentation lactique, le lait subi un certain nombre de modifications. Ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle (Pernoud *et al.*, 2005). En plus, ils présentent un certain nombre d'avantages (effets thérapeutiques) par rapport au lait non transformé (Béal et Sodini, 2003). Parmi les effets bénéfiques du yaourt on cite :

#### **I.6.1. Amélioration de l'absorption du lactose :**

La présence des bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase, par la libération de  $\beta$ -galactosidase dans l'intestin grêle qui garderait une activité permettant l'hydrolyse du lactose pendant au moins 12 heures (Jeantet *et al.*, 2008).

#### **I.6.2. Amélioration de la digestibilité des protéines :**

L'assimilation des protéines contenues dans le yaourt ou dans le lait fermenté est meilleure parce qu'elles sont plus digestes que celles du lait. Leur structure, plus ouverte après le traitement thermique et la coagulation, facilite l'action des enzymes protéolytiques pendant le transit intestinal (Béal et Sodini, 2003).

#### **I.6.3. Effet sur la teneur en vitamines et sels minéraux :**

Le calcium contenu dans les yaourts et les laits fermentés présente une meilleure biodisponibilité que celui du lait. Différents travaux ont montré qu'il est mieux absorbé et utilisé dans le yaourt que dans le lait. La composition vitaminique du lait est modifiée pendant la fermentation, en particulier les concentrations en vitamines du groupe B qui est élevé dans le yaourt (Béal et Sodini, 2003).

#### **I.6.4. Activité antimicrobienne :**

Les ferments du yaourt agissent sur les désordres gastro-intestinaux. Ils traversent l'intestin et exercent une action probiotique (Pernoud *et al.*, 2005).

De nombreux auteurs ont démontré l'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles. En plus de l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et prébiotiques (Mahaut *et al.*, 2000).

### **I.6.5. Stimulation du système immunitaire :**

Le yaourt a un rôle dans la défense immunitaire (effet immunorégulateur) par l'activation des lymphocytes B et la production élevée d'immunoglobulines et d'interférons. Cet effet est attribué à *Lactobacillus bulgaricus* (Mahaut *et al.*, 2000).

### **I.6.6. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive :**

Les ferments inhibent grâce à la production des polysaccharides la formation des substances précancéreuse par modification des enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes dans le tube digestif (Jeantet *et al.*, 2008).

### **I.6.7. Action hypocholestérolémiante :**

Les bactéries du yaourt ont la capacité d'assimiler le cholestérol (Dilmi-Bouras, 2006). Un certain nombre d'études ont montré que la consommation de yaourt a un effet hypocholestérolémiant. Cet effet qui n'est pas totalement élucidé, serait dû à une synergie entre des composés du lait et un métabolite bactérien (Jeantet *et al.*, 2008., Drider et Prévost, 2009).

Les polysaccharides peuvent agir comme fibres alimentaire pouvant favoriser la croissance et la survie des bactéries probatiques dans le tractus gastro-intestinal (Drider et Prévost, 2009).

## **II. Yaourt brassé :**

### **II.1. Définition :**

C'est un yaourt dans lequel le coagulum a subi un brassage en cuve avant conditionnement. Il présente une consistance semi liquide. La fermentation eu lieu en cuve avant brassage et conditionnement (Mahaut *et al.*, 2000). Ce sont généralement des yaourts veloutés, nature où à la pulpe de fruits ou un yaourt avec morceaux de fruits (Bourgeois et Larpent, 1996).

### **II.2. Processus de fabrication:**

#### **II.2.1. Reconstitution du lait:**

C'est l'étape préliminaire de fabrication du yaourt. Elle consiste à mélanger les matières premières (poudre de lait écrémé, l'amidon et le sucre de betterave) qui doivent être de bonne qualité avec de l'eau traitée tiède (18°C à 25°C) afin d'obtenir un produit dont la teneur en matière sèche est voisine de celle du lait liquide initial. Ce procédé se déroule dans un mélangeur qui est équipé d'une pompe qui fait circuler le mélange dans la tuyauterie qui mène au tank de lait écrémé (TLE) où se fera la reconstitution (FAO, 1995).

### II.2.2. Standardisation:

La standardisation du lait mis en œuvre pour la fabrication des yaourts permet d'atteindre les exigences normatives et qualitatives du produit fini. Elle concerne l'extrait sec total et la teneur en protéines (Jeantet et *al.*, 2007). Elle se fait après le contrôle physico-chimique d'un échantillon prélevé dans le tank de reconstitution, afin de produire un yaourt qui repend aux spécifications nutritionnelles, organoleptiques et rhéologiques (Protocole de l'entreprise DANONE).

### II.2.3. Pré-pasteurisation :

Le lait reconstitué est pompé vers l'échangeur à plaque, dans la section de préchauffage pour atteindre la température de 81°C pendant quelque seconde grâce à l'eau chaude qui circule. Cette étape a pour but la réduction de la population microbienne (Protocole de l'entreprise DANONE).

### II.2.4. Homogénéisation:

C'est un procédé industriel qui se déroule dans l'homogénéisateur par le passage du lait préchauffé à travers les orifices étroits sous une pression de 180 bars à une température de 81°C afin de réduire la taille des globules gras. Cette opération a pour but d'éviter la remontée de la matière grasse pendant la coagulation, offrant ainsi une meilleure présentation du produit (Gosta, 1995). Elle améliore la fermeté des gels obtenus par fermentation, augmente la viscosité du yaourt, augmente leur capacité de rétention d'eau et réduit la synérèse (Beal et Sodini, 2003; Jeantet et *al.*, 2007). Cependant avant l'homogénéisation, on précède d'abord à l'injection de la MGLA (en surfusion à 56°C) à l'aide d'une pompe doseuse à travers des orifices très étroits permettant sa dispersion dans l'homogénéisateur.

### II.2.5. Pasteurisation :

Le lait homogénéisé passe vers la section de pasteurisateur qui est l'échangeur à plaque où il va subir une pasteurisation proprement dite à une température de 90°C et de maintenir cette température pendant 5 min dans la section de Chambrage dans le but d'obtenir un résultat optimal.

Le but de ce traitement thermique est :

- Détruire tous les germes pathogènes et indésirables, et d'inactiver de nombreuses enzymes (phosphatase, peroxydase), accroître la rétention d'eau et améliorer la

texture du yaourt et sa stabilité par dénaturation des protéines solubles (Mahaut et *al.*, 2000; Bourgeois et Larpent, 1988 ).

- Rôle déterminant sur les propriétés rhéologiques des gels lactiques, augmentation de la fermeté du gel et la réduction de sa synérèse (Jeantet et *al.*, 2008).
- Créer un milieu favorable au développement des bactéries (Mahaut et *al.*, 2000; Jeantet et *al.*, 2007).

### **II.2.6. Refroidissement :**

Après la pasteurisation, le lait est refroidi, tout d'abord dans la section de régénération et ensuite avec de l'eau, à la température d'ensemencement souhaitée, habituellement de 40 à 45°C (Gosta, 1995).

### **II.2.7. Ensemencement et fermentation :**

Le lait refroidi à 40°C mis en cuve etensemencé par les deux bactéries lactiques *Lb. bulgaricus* et *St. thermophilus* qui sont sous forme congelée à -44 °C.

L'ensemencement doit se faire à un taux assez élevé variant de 1 à 7 % pour assurer une acidification correcte (Mahaut et *al.*, 2000).

La fermentation s'effectue à une température comprise entre 40°C et 42°C pendant 6h dans le TMB. Au cours de cette étape, une partie de lactose est transformée en acide lactique. Pour prévoir la maturation du produit et l'arrêt de fermentation, un suivi de l'évolution du pH s'effectue sur des prélèvements à partir de la 5<sup>ème</sup> heure de maturation. La fermentation est arrêtée lorsque le pH du mélange s'approche du point isoélectrique des caséines (pH 4,6-4,7), les caséines agrégées s'associent et précipitent (Boutin, 2000).

### **II.2.8. Brassage:**

Le brassage du coagulum s'effectue à l'aide d'un agitateur pendant 15 min dans le but d'améliorer l'onctuosité du produit et de réduire la synérèse (Mahaut et *al.*, 2000). Cette étape a comme effet d'uniformiser le transfert de froid et d'atteindre la consistance désirée (Lamontagne, 2002).

### **II.2.9. Refroidissement:**

Afin d'éviter la suracidification, le refroidissement du gel à 18°C est effectué à l'aide de l'eau glacée qui circule dans l'échangeur à plaque. Par la suite, le gel est transféré vers le TSBL afin de lui permettre de se stabiliser et de reprendre une certaine partie de la viscosité perdue (Lamontagne, 2002).

### **II.2.10. Conditionnement :**

Le conditionnement du produit dans les pots en plastique est effectué par la conditionneuse après avoir assuré:

- ✓ Le formage des pots et leur stérilisation par l'air filtré (hotte à flux laminaire).
- ✓ Remplissage des pots par le produit aromatisé par les doseurs automatiques.
- ✓ La fermeture hermétique de pots par thermo-scclage et la mise en place de l'emballage.
- ✓ Datage par l'impression de la DLC.

A la fin du conditionnement, le produit est transféré vers la cellule rapide où il va être conservé pendant 2h à 0-3°C afin d'arrêter l'activité des ferments et renforcer sa consistance et sa viscosité (Gosta, 1995).

### **II.2.11. Stockage et commercialisation:**

Une fois le produit refroidis, il va être transféré à la chambre froide où il va être stocké à une température de 4-6°C en attendant les résultats d'analyses physico-chimiques et microbiologiques pour sa commercialisation (Protocole de l'entreprise DANONE).

Le diagramme de fabrication de yaourt brassé est représenté dans la figure 01 en Annexe I.

# *Partie expérimentale*



# *Matériel et Méthodes*

### **L'historique de DANONE:**

Les origines du groupe Danone remontent à 1966, lorsque la fusion de deux sociétés françaises verrières a donné naissance à la société Boussois Souchon Neuversel (BSN).

Le groupe s'associe en 1967 avec Gervais puis diversifie sa production par de nombreux rachats. En 1973, Danone s'associe avec BSN, dirigé par Antoine Riboud. Sous la présidence de ce chef d'entreprise, volontiers, qualifié de charismatique, qui a su créer une véritable culture d'entreprise, le groupe, ainsi que la marque, se positionne au troisième rang mondial sur le marché des produits agroalimentaires derrière le suisse Nestlé et le néerlandais Unilever.

À cet égard, le choix d'une nouvelle dénomination sociale intervenu en 1994 n'est pas innocent : BSN est devenu Danone. Ce changement marque tout autant la volonté de ses dirigeants de recentrer l'activité du groupe vers l'agroalimentaire, que le désir d'associer dans l'esprit du public le groupe avec sa marque.

Le groupe Danone est le premier producteur mondial de produits laitiers.

### **L'historique de la laiterie DJURDJURA :**

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

Afin de parvenir à supplanter ses rivaux, et de faire face aux exigences de l'heure aussi bien en quantité qu'en qualité, le groupe Batouche a modernisé l'équipement de l'unité avec des efforts et un travail acharné. L'unité a réussi à acquérir en 1986 une conditionneuse thermoformeuse d'une capacité de 4000 pots/h.

En 1988, l'entreprise se voit dotée d'un atelier de fabrication de fromage fondu et de camembert.

En 1991, ce fut l'acquisition d'une ligne de production de crème dessert.

En 1993, une nouvelle conditionneuse est arrivée avec une capacité de production de 9000 pots/h et en 1995 2 conditionneuses de 7000 pots/h.

### **Partenariat DANONE DJURDJURA Algérie 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); la marque Danone est lancée en août 2002.

### **Situation géographique :**

Danone Djurdjura Algérie SPA est implantée à la zone industrielle de Taheracht Akbou, véritable carrefour économique de Bejaia. De quelques 50 unités de production agroalimentaires. Elle est située :

- À 02 Km d'une agglomération (Akbou).
- À quelques dizaine de mètres de la voie ferrée.
- À 60 Km de la wilaya de Bejaia.
- À 170 Km à l'ouest de la capitale Alger.

Par ailleurs on trouve des acteurs économiques importants tel que : Candia, Ifri, Soummam, CEVITAL, etc.

### **Les différents produits de DANONE DJURDJURA Algérie :**

L'Unité DANONE DJURDJURA Algérie produit 350 à 400 tonnes/jour.

Ses différents produits sont :

- Seven bénéfiques (Yaoumi)
- Mini prix
- Bio Activia nature
- Bio Activia aromatisé
- Bio Activia drink (s'bah)
- Crème dessert (DANETTE)
- Yaourt à boire (Dan 'up)
- Jus (Danao)
- Danino nature
- Danino aromatisé
- Nouveau brassé (Créamix)

Ce travail a été réalisé au niveau du « Laboratoire de contrôle et d'analyse » de la laiterie **DANONE DJURDJURA Algérie**, Akbou – Bejaia, durant 75 jours (du 02 Février au 15 avril 2014). Il consiste à une étude de la stabilité du yaourt brassé aromatisé fabriqué à base de la poudre du lait écrémé. Cette étude a pour objectif de déterminer la qualité microbiologique et physico-chimique des matières premières et la stabilité du produit fini du point de vue qualité physico-chimique, et sa salubrité du point de vue microbiologique et sensorielle.

Pour assurer le bon suivi de l'évolution de ce produit, on a effectué des analyses sur les points essentiels qui peuvent influencer ou changer sa qualité. Dans ce contexte, des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées sur les matières premières (eau, poudre du lait, MGLA et les arômes), sur les produit semi fini (TLE, SP, et TSBL), ainsi que sur le produit fini (après conditionnement, durant la période de stockage à 4°C jusqu'à DLC +2, et durant la période de stress).

### **I. Échantillonnage :**

L'échantillonnage est une opération primordiale nécessaire pour obtenir des échantillons représentatifs avant toute analyse. Donc un prélèvement qui ne provoque pas des modifications de produit à analyser et qui respecte les conditions d'aseptise est recommandé.

Durant cette étude, plusieurs échantillonnages ont été réalisés pour les :

- Matières premières (poudre du lait, MGLA, arômes et eau du process).
- Produits semi finis (à partir de TLE, sortie du pasteurisateur et TSBL).
- Produits finis (à partir de la conditionneuse).

### **II. Méthodes de prélèvement des échantillons :**

#### **II.1. Matières premières :**

##### **II.1.1. Poudre de lait :**

La poudre de lait utilisée est la 0% MG. Elle est importée principalement de France, New Zélande, Allemagne et Belgique. Elle est stockée dans des bigs de 1000 Kg et des sacs de 25 Kg au niveau de l'hangar à température ambiante à l'abri de la lumière et de l'humidité. Le prélèvement s'effectue dans des conditions d'aseptie, en assurant une ambiance stérile avec un flambons avant l'ouverture du big puis on prélève 1 kg à l'aide d'un flacon stérile et on le met dans un sac stérile destiné aux examens microbiologique et physico-chimique.

### **II.1.2. Eau de process :**

Le prélèvement d'une quantité de 250 ml dans un flacon stérile s'effectue après flambage de robinet lié au récipient. Cet échantillon est destiné aux analyses microbiologiques et physico-chimiques au niveau d'un laboratoire externe.

### **II.1.3. MGLA :**

Elle est importée principalement de New-Zélande et Brésil dans des fûts métalliques de 200 Kg sous forme solide. Elle est stockée à l'hangar à une température ambiante puis transférée à la chambre chaude de température de 56°C pendant une nuit afin de se liquéfier avant l'utilisation. Le prélèvement d'une quantité de 250 ml dans un récipient stérile à l'aide d'une seringue stérile s'effectue dans des conditions d'aseptie, en désinfectant le bouchon de fûts métalliques avec l'alcool et en assurant une ambiance stérile à l'aide d'un flambons .

### **II.1.4. Aromes :**

Ils sont importés principalement de New-Zélande, Hollande et Belgique. Le prélèvement se fait à partir d'un bidon de 30 litres dans un flacon stérile après rinçage avec l'alcool et flambage de bouchon.

## **II.2. Produit semi fini :**

Les prélèvements s'effectuent à partir de TLE, de l'échantillonneur de SP et à partir du TSBL après avoir assuré une ambiance stérile par la vapeur chaude. Après désinfection des mains avec l'alcool, on procède à l'ouverture de robinet et on laisse le produit s'écouler quelques secondes afin d'éviter toute éventuelle contamination puis on prélève notre échantillon dans des flacons stériles.

## **II.3. Produit fini :**

Le prélèvement est effectué au hasard de 9 packs de yaourt brassé à partir de la conditionneuse pour chaque production, puis ces packs vont être repartis et stockés comme suit: 1 pack (6 pots) pour le stress test 3 jours à 30°C, 1 pack pour le stress test 10 jours à 25°C, 1 pack pour les analyses microbiologiques à J+1 déposé dans la chambre de stress 3 jours à 30°C, 2 packs pour les analyses microbiologiques et physico-chimiques à J. Les quatre packs qui restent sont stockés dans la chambre DLC à une température de 4 à 6°C (un pour les analyses physicochimiques à J+1, un pour les analyses sensorielles à J+1 et les deux autres l'un pour J+14 et l'autre pour DLC +2).

### III. Analyses :

La laiterie Danone Djurdjura fait appel à divers types d'analyses ou de méthodes de contrôle, soit physico-chimiques, microbiologiques ou sensorielles.

#### III.1. Analyses physico-chimiques :

L'objectif est de contrôler la composition, la qualité et d'assurer au produit sa stabilité et sa consistance afin d'obtenir un produit fini de bonnes caractéristiques organoleptiques.

Le choix des paramètres à analyser dépend de l'influence de ceux-ci sur la qualité organoleptique. Le tableau ci-dessous représente les paramètres analysés.

**Tableau I : Les analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons.**

<b>Produit paramètre</b>	<b>Poudre de lait</b>	<b>Produit semi-fini</b>	<b>Produit fini</b>
<b>Acidité Dornic</b>	+	-	-
<b>pH</b>	+	+	+
<b>TP</b>	+	+	+
<b>MG</b>	-	+	+
<b>EST</b>	-	+	+
<b>Viscosité</b>	-	-	+

+ : Analyse effectuée

- : Analyse non effectuée

#### III.1.1. Détermination de l'acidité Dornic :

C'est une réaction de neutralisation de l'acide lactique par l'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1 N en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphthaléine à 1%. Elle est exprimée en degré Dornic (D°) dont 1D° correspond à 0,1g d'acide lactique dans un litre de lait (Luquet, 1985).

Après avoir préparé la solution mère à partir de la poudre du lait, une prise d'essai de 10 ml mise dans un bécher. 2 à 3 gouttes de la phénolphthaléine à 1% sont ajoutées puis titrage avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1N jusqu'à l'observation de virage de couleur vers le rose pale.

Le résultat est exprimé après calcul du volume de NaOH utilisé sous la formule suivante (Joffin et Joffin, 2003).

$$V_U = V_D - V_R$$

$V_U$  : volume de NaOH utilisé pour le titrage

$V_D$  : volume de NaOH dans la burette graduée avant titrage

$V_R$  : volume de NaOH qui reste dans la burette graduée après titrage

Donc :

$$\text{Acidité Dornic} = 10 \cdot V_U$$

### **III.1.2. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH) :**

La mesure du pH renseigne sur l'état de fraîcheur du produit à analyser. Il sert à quantifier la concentration en ion  $H^+$  dans l'échantillon. Sa détermination est réalisée grâce à un pH-mètre électronique après étalonnage de l'appareil avec les solutions tampons de pH7 et pH4 respectivement, en introduisant l'électrode dans l'échantillon. Les résultats s'affichent directement sur l'écran du pH-mètre.

### **III.1.3. Détermination du taux de protéines :**

Le taux de protéines a été déterminé par la méthode Kjeldahl dans la poudre de lait, à l'aide de l'appareil Milko Scan<sup>TM</sup> FT 120 dans le produit semi-fini (TLE et SP), et à l'aide de Food Scan<sup>TM</sup> au niveau de TSBL et le produit fini (Annexe II).

### **III.1.4. Détermination du taux de la matière grasse et de l'extrait sec total :**

La détermination du taux de la matière grasse et le taux de l'extrait sec total a été réalisé à l'aide de l'appareil Milko Scan<sup>TM</sup> FT 120 pour le produit semi-fini (TLE et SP et à l'aide de Food Scan<sup>TM</sup> pour le produit au niveau de TSBL et pour le produit fini. Elle se fait de la même manière pour la détermination de taux de protéine, dont les résultats ont été exprimés par rapport à la quantité de l'échantillon analysés voir g/100 ml pour la matière grasse et % pour l'extrait sec total (Annexe II).

### **III.1.5. Détermination de la viscosité:**

C'est la propriété du yaourt de résister aux forces qui déplacent les particules qui le constituent. Sa détermination nous renseigne sur la consistance du yaourt brassé. Elle se réalise à l'aide d'un viscosimètre TAXT Express. Après avoir calibré l'appareil, le pot du yaourt brassé a été mis bien centré au-dessous de plongeur cylindrique de l'appareil. Ce plongeur cylindrique, animé d'un mouvement verticale de haut en bas pénètre à une vitesse constante dans le yaourt. Ce dernier exerce une résistance au déplacement du plongeur. La force de résistance en fonction de la distance de pénétration est enregistrée tout au long du déplacement. Le viscosimètre s'arrête automatiquement après pénétration de plongeur à une profondeur de 15mm. Les résultats s'affichent sur l'écran de l'appareil en gramme.

Il faut noter que pour chaque analyse, on utilise six échantillons ainsi que le produit doit être stocké dans la chambre DLC à une température de 4 à 6°C pendant 24 h pour qu'il soit consistant et il doit avoir une température de 10°C au moment de l'analyse selon la recommandation de l'entreprise.

### **III.2. Analyses microbiologiques:**

Les produits alimentaires peuvent contenir une flore microbienne plus ou moins abondante qui peut être nuisible pour leur qualité et pour le consommateur (risque sanitaire lié à la présence de germes pathogènes ou de toxines). Dans certains cas, des microorganismes sont utilisés comme agents technologiques et leur présence est normale c'est le cas des ferments lactique dans le yaourt.

L'analyse bactériologique des produits alimentaires est indispensable. Elle se fait par le dénombrement des microorganismes d'altération et la recherche des microorganismes pathogènes dans les matières premières, le produit semi -fini et le produit fini dans l'objectif de garantir une certaine sécurité hygiénique, bonne conservation et une bonne qualité organoleptique pour avoir un produit sain et satisfaisant et donc la sécurité du consommateur. Les résultats obtenus sont comparés aux critères microbiologiques établis par des commissions de spécialité au sein d'organismes comme l'AFNOR, CEE, FAO, ISO et le codex alimentarius (Guiraud, 2003).

Les normes AFNOR utilisent un mode de calcul plus complexe, prenant en compte les boites de deux dilutions successives. Elles doivent contenir moins de 300 colonies et une boite doit contenir plus de 15 colonies (Joffin et Joffin, 2003). Le nombre de germes est calculé en UFC/ ml selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1n2)d}$$

$\sum C$  : la somme des colonies comptées sur toutes les boites retenues,

n1 : le nombre de boites retenues à la première dilution,

n2 : le nombre de boites retenues à la deuxième dilution,

d : le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Le tableau II représente les germes recherchés et les germes dénombrés dans les échantillons prélevés.



**Tableau II : Les germes recherchés et les germes dénombrés dans les échantillons prélevés.**

Produit Germes	Poudre du lait	MGLA	Aromes	Eau de process	Produit semi –fini	Produit fini
Flore totale mésophile (UFC/ml)	+	+	+	-	+	-
Flore totale thermophile (UFC/ml)	+	+	+	-	+	-
Coliformes totaux UFC/ml)	-	-	+	-	+	+
Flore sporulée (UFC/ml)	+	+	-	-	-	-
Levures et moisissures UFC/ml)	+	-	+	-	+	+
Flore totale à 22°C /100ml	-	-	-	+	-	-
Flore totale à 37°C /100ml	-	-	-	+	-	-
Coliformes totaux / 100 ml	-	-	-	+	-	-
<i>E. coli</i> /100ml	-	-	-	+	-	-
Anaérobies sulfite réducteurs /50ml	-	-	-	+	-	-
Pseudomonas 100/ml	-	-	-	+	-	-
Streptocoques Fécaux D/50 ml	-	-	-	+	-	-

+ : Analyse effectuée.

- : Analyse non effectuée.

**Remarque :** La recherche de la flore pathogène et le dénombrement de la flore lactique sont effectués au niveau d'un laboratoire externe.

### III.2.1. Préparation des dilutions:

La préparation des dilutions s'effectue dans des conditions d'aseptie (au près du bec benzène) ; dans le but de réduire le nombre des microorganismes par unité de volume. Elle se fait après prélèvement de 10g d'échantillon à analyser à l'aide d'une spatule stérile et les faire diluer dans un volume de 90 ml de liquide de Ringer dans un flacon stérile. On obtient une solution homogène après agitation, c'est la dilution  $10^{-1}$  elle est considérée comme solution mère. Par la suite prélèvement de 1 ml à partir de la solution mère à l'aide d'une micropipette et l'introduire dans un volume de 9 ml de liquide de Ringer dans un tube à essai stérile on obtient la dilution de  $10^{-2}$ . On procède de la même manière pour obtenir la dilution  $10^{-3}$ .

### III.2.2. Recherche et dénombrement des différentes flores :

Le tableau III indique les techniques de chaque dénombrement des différentes flores.

**Tableau III : Techniques de dénombrement des différentes flores** (Guiraud, 2003).

<b>Flore</b>	<b>Mode d'ensemencement et milieu de culture</b>	<b>Incubation</b>	<b>Aspect des colonies</b>
Flore totale aérobie mésophile	Ensemencement de 1 ml des échantillons ou de leurs dilutions (jusqu'à $10^{-3}$ ) en masse sur gélose PCA en surfusion	30°C/72h	Colonies de différentes couleurs et de taille variable.
Flore totale aérobie thermophile	Ensemencement des 1 ml des échantillons ou de leurs dilutions (jusqu'à $10^{-3}$ ) en masse sur gélose PCA en surfusion	55°C/72h	Colonies de différentes couleurs et de taille variable.
Coliformes totaux	Ensemencement de 1 ml de l'échantillon ou de leurs dilutions (jusqu'à $10^{-3}$ ) en masse sur gélose VRBL en double couches.	30°C/24h	Petites colonies violettes brillantes
Flore sporulée	Ensemencement de 1 ml des échantillons ou de leurs dilutions (jusqu'à $10^{-3}$ ) après chauffage à 80°C/10 min et refroidissement rapide à l'eau de robinet en masse sur gélose PCA	30°C/72h	Colonies blanchâtres de taille un peu plus grande
Levures et moisissures	Ensemencement d'un 1 ml de l'échantillon ou de leurs dilutions (jusqu'à $10^{-3}$ ) en masse sur gélose OGA	25°C/ 5 jours	Colonies des levures arrondies, lisses, crémeuse et légèrement bombées, parfois pigmentées en jaune ou blanc d'odeur spécifique Colonies des moisissures de taille variable sous forme feutrage plus ou moins épais.

Pour chaque dilution, trois boîtes ont été utilisées pour le dénombrement. En parallèle, l'ensemencement par la gélose (PCA, VRBL et OGA) et par la gélose et liquide Ringer ont été effectués comme témoins négatifs.

### **III.2.3. Test de stabilité:**

C'est un test qui permet d'étudier la stabilité du produit qui a été maintenu dans des conditions défavorables dans la chambre de stress 3 jours à 30°C et dans la chambre de stress 10 jours à 25°C. Ainsi la stabilité du produit durant la période de conservation dans la chambre DLC de 4 à 6°C pendant 14J et à DLC +2.

➤ **Stress test :**

Pour chaque production, deux packs de six pots du yaourt qui ont été prélevés à partir de la conditionneuse conservés comme suit : un pack dans la chambre de stress pendant 3 jours à 30°C et l'autre dans la chambre de stress pendant 10 jours à 25°C. L'observation de la texture, la saveur, la consistance du produit, le gonflement du pot et la présence des levures et des moisissures nous renseignent sur la non stabilité microbiologique du produit durant la période de stress.

➤ **Stabilité du produit durant la période de conservation :**

Pour chaque production, deux packs du yaourt prélevés à partir de la conditionneuse ont été conservés ; l'un pendant 14 J et l'autre pour DLC+2 dans la chambre DLC de 4 à 6°C. L'observation de la texture, la saveur, le goût, le coulage du produit sur les parois des pots et la consistance en plus des analyses physicochimiques nous renseignent sur la non stabilité du produit durant la durée de conservation.

### III.3. Analyses sensorielles :

C'est une étude visant à déterminer les propriétés organoleptiques du produit fini telles que le goût, la couleur et la texture à l'aide des organes sensoriels, afin de garantir sa qualité et d'assurer sa conformité aux normes de l'entreprise. C'est l'un des défis de l'industrie alimentaire pour apporter aux consommateurs des aliments qui seront une source de plaisir dans l'objectif de satisfaire leurs préférences et de gagner leurs confiance (Bauer et al., 2010).

**Paramètres à vérifier selon la recommandation de l'entreprise :**

- a. **Formage** : si il n'y a pas la déformation de l'aspect du pot.
- b. **Datage** : si l'impression de la DLC sur l'opercule est centrée dans la zone réservé.
- c. **Sécabilité** : si la séparation de deux pots est facile.
- d. **Pélabilité** : si l'enlèvement de l'opercule est facile.
- e. **Aspect décor** : si il n'y a pas décalage de l'emballage de décor.
- f. **Texture** : vérification de la consistance, l'onctuosité et la sensation en bouche.
- g. **Couleur** : si la couleur n'est très claire, ni très foncée elle se fait visuellement car l'appareil DATA COLOR est en réparation.
- h. **Arome** : si l'arome mis dans le pot est celui qui est indiqué sur le pot.
- i. **Gout** : si le produit n'est trop sucré, n'est acide.
- j. **Poids** : si il est conforme à la norme.

# *Résultats et discussion*

**I. Résultats des analyses physico-chimiques:**

**I.1. Poudre de lait à 0 % MG :**

Le tableau ci-dessous représente les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait pour les 10 productions suivies.

**Tableau IV :** Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait à 0 % MG.

<b>Production</b> <b>Paramètre</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>Norme</b>
<b>pH</b>	6,55	6,50	6,47	6,47	6,51	6,49	6,50	6,50	6,48	6,53	Groupe DANONE
<b>Acidité (D°)</b>	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	14	14,5	
<b>TP(%)</b>	34,8	34,8	34,45	34,3	34,5	34,3	34,3	34,4	34,6	34,8	

P: Production

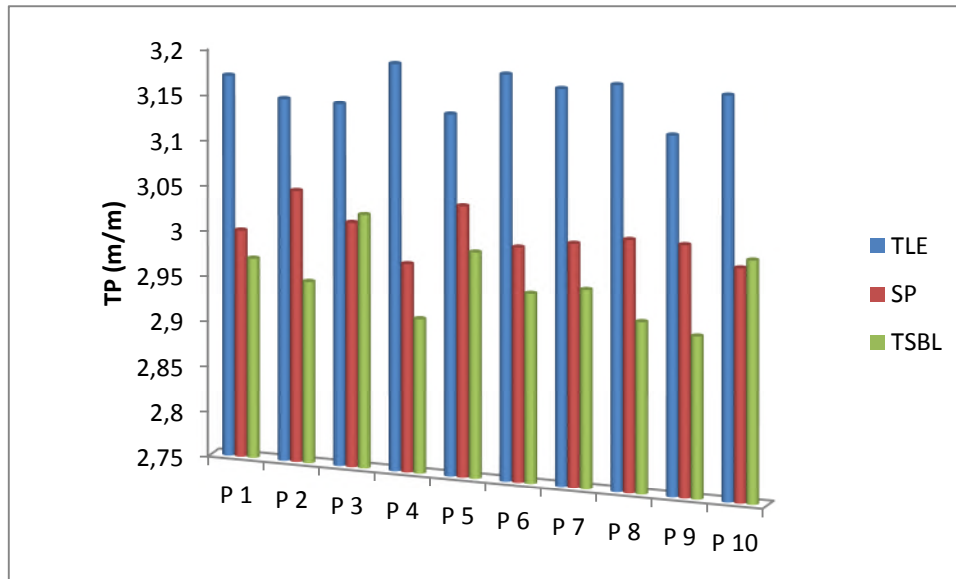
TP : Taux de protéines

Les résultats représentés dans le tableau montrent que le pH de la poudre de lait analysée varie entre 6,47 et 6,55 ainsi que l'acidité Dornic varie entre 14 et 14,5. Ces résultats sont conformes aux normes de l'entreprise. Cette conformité a été également constatée dans le taux des protéines qui varie entre 34,3% et 34,8%, ce qui explique sa bonne qualité physico-chimique. Cette conformité dépend étroitement de la qualité du lait mis en œuvre, la sévérité des traitements thermiques appliqués sur la poudre de lait au cours de l'opération de séchage (FAO, 1995 ; Cayot et Lorient, 1998), de transport et de stockage dans des bonnes conditions (FAO, 1995).

**I.2. Variation du taux des protéines, de matière grasse et de l'EST au cours de processus de fabrication dans les différentes productions :**

**I.2.1. Évolution du taux de protéines :**

L'évolution du taux de protéines dans les trois niveaux de productions pour le suivi des 10 productions est présentée dans la figure 02.



**Figure 02 : Variation du taux des protéines au niveau de TLE, SP et TSBL pour les différentes productions.**

Concernant le TP les résultats montrent une variation dans les trois niveaux de production (TLE, SP, TSBL) pour les 10 productions. On remarque qu'il y a une diminution du TP au niveau de SP par rapport à celui de TLE, ce qui signifie que le traitement thermique appliqué induit la dégradation des protéines sériques qui sont sensibles au traitement thermique. Ce traitement modifie les interactions intramoléculaires et par conséquent la structure de ces protéines (Gaucheron et *al.*, 2004 ; Caussin et Bouhallab, 2004). D'après Gosta (1995), un traitement thermique au de-là 90°C/5 min engendre une dénaturation irréversible des protéines.

Au niveau du TSBL une diminution est constatée par rapport à SP. Cela peut être dû à l'effet de mouillage puisque le produit est poussé de TMB vers TSBL grâce à l'eau de pousse, au brassage du coagulum, et à l'agitation. Cette diminution peut être expliquée par l'action protéolytique des ferments lactiques sur les protéines du lait dans le but de satisfaire leurs besoins en acides aminés (Monnet, 2009).

Cette diminution est constatée dans toutes les productions à l'exception dans les productions 3 et 10 où on remarque une légère augmentation. Cela est dû à la marge de précision de l'appareil.

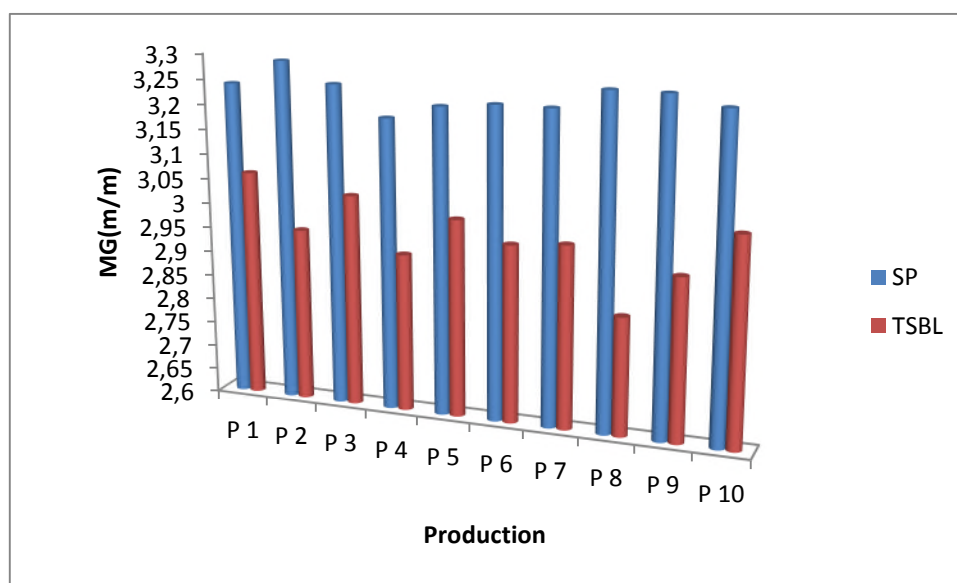
En comparant entre les productions, on constate qu'il y a une différence du TP entre les différentes productions. Cette différence serait due à la qualité de la poudre de lait utilisée pour chaque batch (fournisseur, qualité et quantité de protéines qui les renferment) et sa réhydratation qui dépend de ses caractéristiques physiques et sa

composition (Jeantet et *al.*, 2007), la maîtrise du processus de fabrication (temps et température de la réhydratation, l'homogénéisation, traitement thermique et l'agitation, ...) qui dépend de l'opérateur.

Les résultats sont conformes aux normes de l'entreprise, ce qui signifie que les poudres de lait utilisées ont un taux protéique suffisant ainsi que la bonne maîtrise des traitements thermiques et mécaniques.

### I.2.2. Évolution du taux de la matière grasse :

L'évolution du taux de la matière grasse au niveau de SP et TSBL pour les 10 productions suivies est représentée dans la figure ci-dessous.



**Figure 03: Variation du taux de la matière grasse au niveau de SP et TSBL pour les différentes productions.**

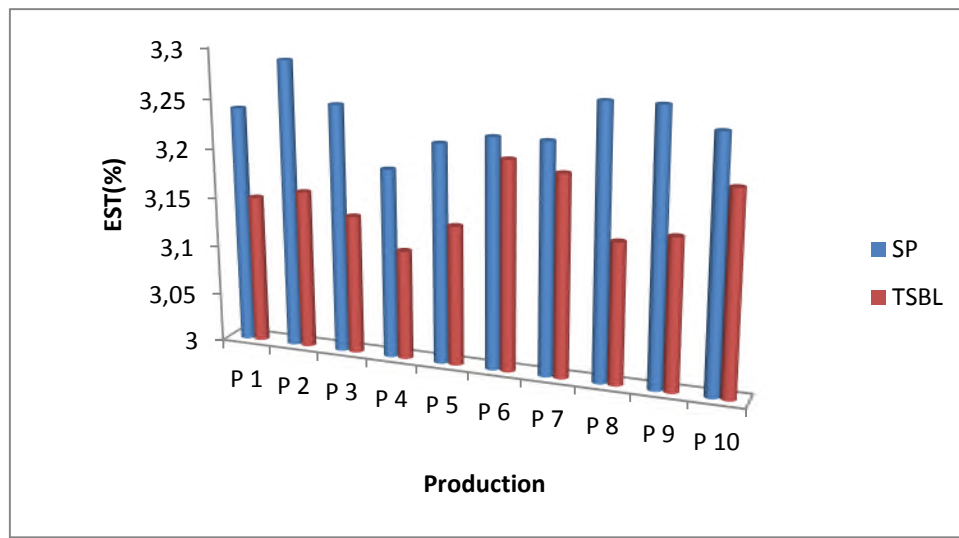
Les résultats figurés permettent de constater qu'il y'a une variation du taux de la matière grasse dans les deux niveaux de production (SP et TSBL) pour les 10 productions.

On note que le taux de la matière grasse dans le TSBL diminue en comparaison à celui de SP dont le taux est élevé suite à l'injection de la MGLA avant la pasteurisation. Cependant, cette diminution dans le TSBL est due à l'effet de l'eau de pousse appliquée pour pousser le produit de TMB vers le TSBL, à l'agitation qui affecte la membrane protectrice des globules gras. Cette membrane est fragile. Elle peut notamment être endommagée par certains agents physiques, en particulier par les traitements mécaniques (Weber, 1985), l'assimilation des acides gras par les ferments lors de la fermentation. Cela engendre la perte d'une quantité de la matière grasse.

Les résultats sont conformes aux normes de l'entreprise se qui explique la maitrise de l'adjonction de la MGLA au cours du process qui est due à la vigilance de l'opérateur ainsi que la bonne homogénéisation du mélange.

### I.2.3. Évolution de l'extrait sec total :

La figure 04 présente l'évolution du taux de l'extrait sec total dans les deux niveaux de production (SP et TLE) pour les 10 productions.



**Figure 04 : Variation du taux de l'extrait sec total au niveau de SP et de TSBL pour les différentes productions.**

Les résultats obtenus permettent de constater qu'il y'a une variation du taux de l'extrait sec total dans les deux niveaux de production (SP et TSBL) pour les 10 productions. On constate que le taux de l'EST lors de SP est conforme aux normes de l'entreprise. Ce ci explique la bonne standardisation du mélange en ces ingrédients, alors qu'au niveau du TSBL, une faible diminution a été remarquée par rapport à SP, mais ça reste toujours dans la zone de conformité. Cela peut être dû à l'effet de l'eau de pousse appliquée pour pousser le produit de TMB vers TSBL, à l'agitation qui engendre la diminution du TP et MG par augmentation de l'activité protéolytique et lipolytique, celui-ci engendre la diminution d'EST (Cayot et Lorient, 1998), ou peut être due à l'assimilation et la dégradation des sucres. D'après Beal et Sodini (2003), le rendement molaire de production en acide lactique est de 90 % lors de la fermentation.

En comparant entre les productions, on note qu'il y a une variation du taux de l'EST lors de SP et au niveau de TSBL. Cette différence peut être due à la marge de

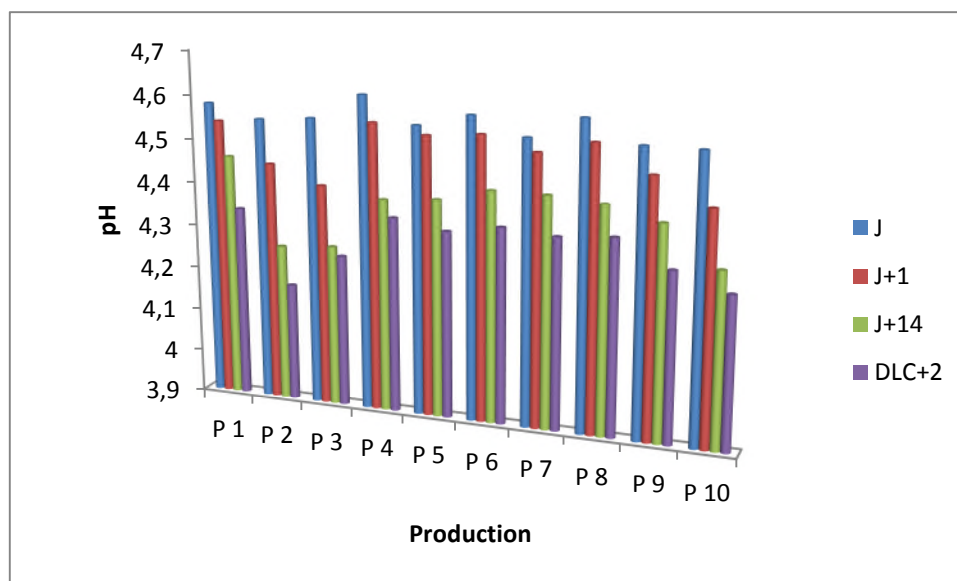


précision de l'appareil, à la manipulation et à la qualité de la poudre de lait (quantité et qualité des protéines qui la renferme) qui dépend de la qualité de lait avant séchage et l'opération du séchage (Jeantet et *al.*, 2007). D'après ces résultats, on constate que le taux de l'EST pour toutes les productions est conforme aux normes de l'entreprise, ce qui signifie que les matières premières utilisées sont de qualité satisfaisante et le processus de fabrication est bien respecté.

### I.3. Variation du pH et de la viscosité du produit fini :

#### I.3.1. Évolution du pH :

L'évaluation du pH au cours du suivi dans les 10 productions est présente dans la figure suivante.



**Figure 05 : Variation du pH en fonction du temps de conservation pour les différentes productions.**

Cette figure montre que les valeurs du pH varient en fonction de la durée de conservation pour les 10 productions. Une diminution a été constatée avec la prolongation de la durée de conservation.

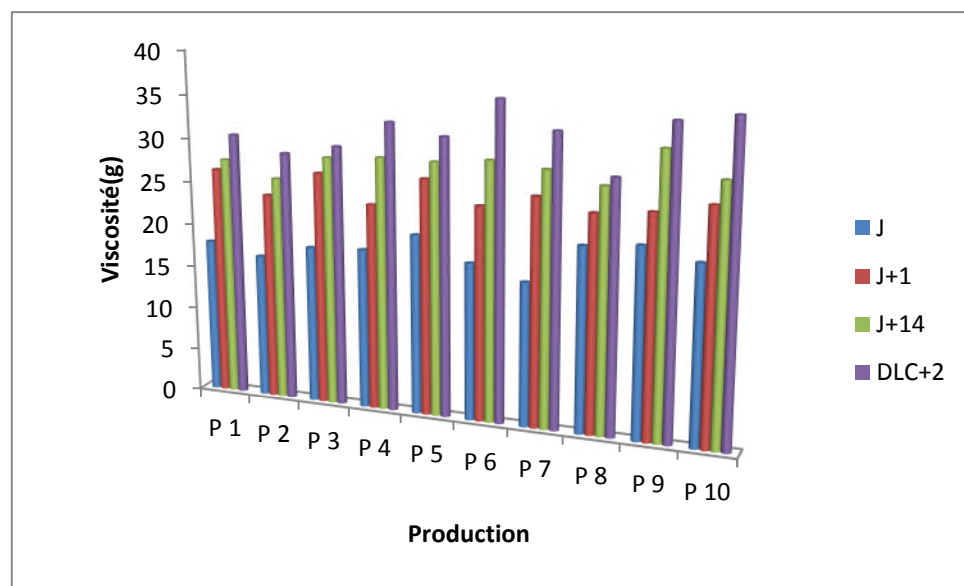
Les valeurs de pH obtenues à J, J+1 et à J+14 sont conformes aux normes de l'entreprise. Une diminution dans toutes les productions a été constatée au fur et à mesure de la durée de conservation. Cette diminution est due à l'acidification du milieu par la production de l'acide lactique qui poursuit durant toute la durée de conservation au froid grâce à l'action des bactéries lactiques qui dégradent le lactose (Gaucheron et *al.*, 2004). Cela qui explique que le froid n'a pas complètement arrêté l'activité des ferments mais empêchent leur multiplication (FAO, 1995). Tandis que à DLC+2, la diminution est

toujours constatée dans toutes les productions puisque la production de l'acide lactique augmente de manière significative pendant le stockage (Gentès, 2011). Mais cette fois-ci, on note que seulement les valeurs de la production 2, 3 et 10 qui sont dans la zone de conformité, alors que toutes les valeurs des autres productions sont dans la limite supérieure de tolérance de l'entreprise. Tout ça peut être expliqué par le pH de décaillage dans ces productions qui est dans la limite supérieure par rapport aux trois autres productions, le temps de séjour du produit dans le TSBL qui dépend de la disponibilité du tank et la cadence de la conditionneuse. Il peut être dû aussi à l'arrêt de la production de l'acide lactique à cause de la viabilité et de la qualité des ferments (Loubiere et Cocaign-Bousquet, 2009).

D'après Béal et Sodini (2003), l'accumulation de ce lactate provoque une inhibition de la croissance bactérienne et de sa propre production, qui s'arrêtent de façon précoce, bien avant l'épuisement des substrats. Cette inhibition est liée, à la fois, à l'accumulation de l'acide lactique et à la diminution du pH du milieu intracellulaire qui en résulte. La production d'acide lactique est généralement modélisée par la croissance et la production. Cette relation exprime la vitesse de production d'acide lactique et de la concentration bactérienne.

### I.3.2. Évolution de la viscosité:

La figure ci-dessous présente l'évolution de la viscosité au cours du suivi pour les 10 productions.



**Figure 06 : Variation de la viscosité en fonction du temps de conservation pour les différentes productions.**

Les résultats illustrés dans la figure 06 montrent que la viscosité augmente en fonction de la durée de conservation pour les 10 productions.

On remarque que la viscosité des productions 1, 3, 5,7 et 10 à J+1 est dans la zone de conformité de l'entreprise, alors que celle des productions 2, 4, 6,8 et 9 est dans la zone de tolérance. Cette viscosité est influencée par de nombreux facteurs : pH, température et durée de traitement, la pression, le pompage, la nature et la concentration des protéines, la nature et la concentration des minéraux, et l'amidon (Caussin et Bouhallab, 2004).

La conformité des résultats est due au bon déroulement de la fermentation (respect de la température d'incubation et la vitesse d'acidification) (Haque et *al.*, 2001), aussi elle peut être due à la bonne homogénéisation qui permet de réduire la synérèse (Béal et Sodini, 2003; Lamontagne, 2002). Elle peut être aussi liée à la quantité et la qualité des protéines qui influencent la viscosité par leur coagulation et leur capacité de liaison avec l'eau (Lamontagne, 2002). Cette conformité peut être due également à l'efficacité de traitement thermique qui favorise la formation de complexes entre la caséine K et les protéines sériques (Caussin et Bouhallab, 2004). Elle peut être aussi liée à la capacité de production des EPS par les bactéries lactiques (Pilet et *al.*, 2005).

L'augmentation de la viscosité durant la période de conservation est due à la production de l'acide lactique qui induit l'acidification du produit et à la production des EPS qui renforce la consistance et la viscosité. Cette augmentation de la viscosité au cours du temps est due selon Abu Jdayil (2002) cité par (Boubchir-Ladj, 2011), aux réarrangements protéiques qui ont lieu où les interactions protéines-protéines sont favorisées par des liaisons de faible énergie. De ce fait, le réseau de gel d'autant plus important que la proportion de protéine est importante.

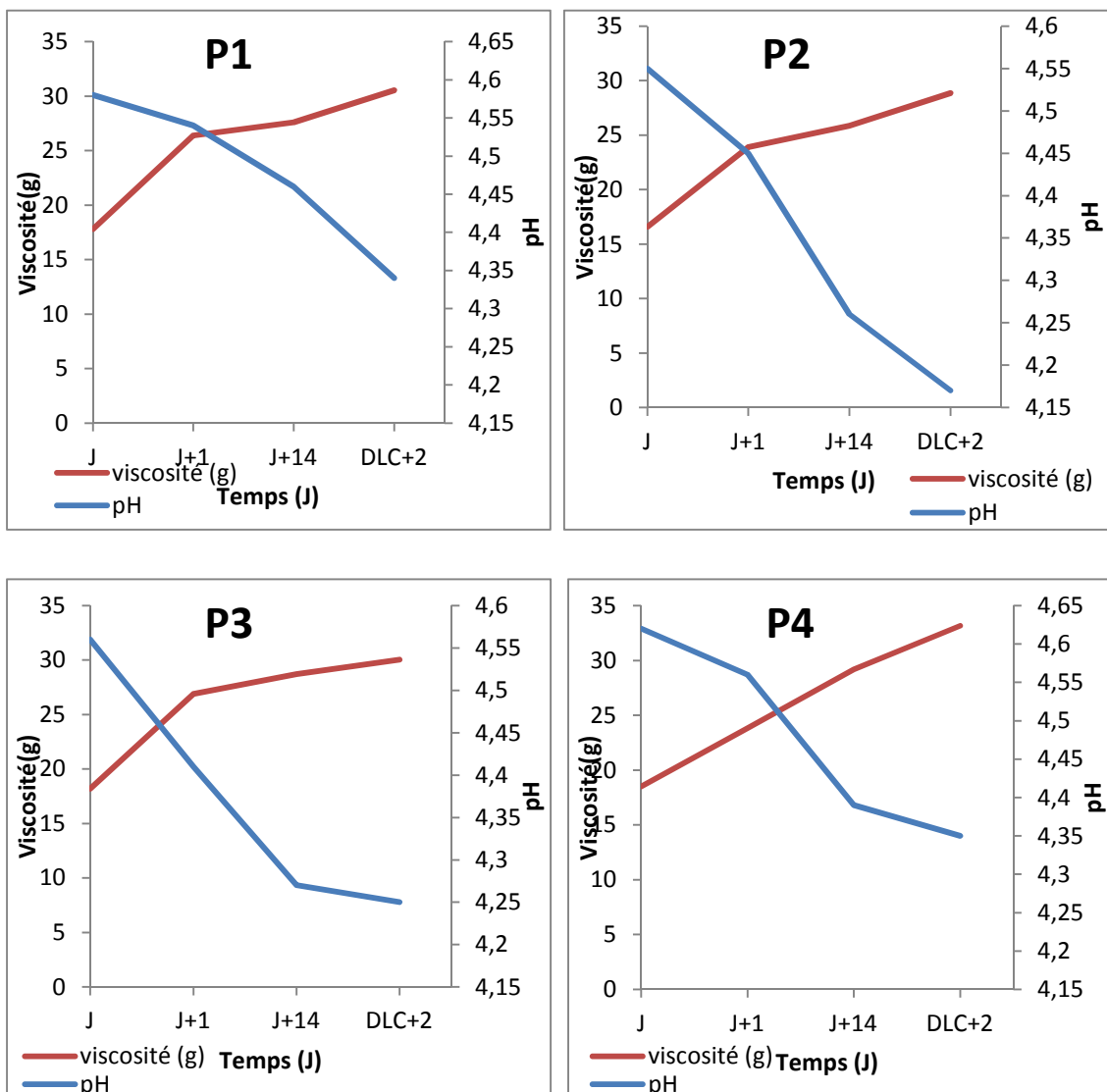
Les résultats de la viscosité des productions qui sont dans la zone de tolérance, sont liés : à la température de l'homogénéisation ( $81^{\circ}\text{C} \pm 05$ ) qui influence le gonflement du grain de l'amidon, à la qualité et la quantité des protéines, à la qualité des ferments et leur capacité à synthétiser des EPS. Ainsi que le brassage du coagulum qui entraîne une fragmentation du gel natif, ce qui provoque une diminution de sa viscosité (Cayot et Lorient, 1998). Ces résultats peuvent également être dus au pH final plus élevé qui ne permet pas la formation du réseau caséique adéquat. Ces résultats sont aussi expliqués par le non respect de la durée et de la température de refroidissement, ce qui affecte la formation des liens hydrogènes entre les caséines (Gentès, 2011).

La variation de la viscosité dépend aussi de la teneur en EST et plus précisément du taux et du type de protéines, du taux de matière grasse et de la flore lactique qui donne un gel consistant et une faible synérèse en raison d'une faible porosité du gel due à la coagulation des protéines (Lamontagne *et al.*, 2002).

### I.3.4. Relation entre la viscosité et le pH au court de suivi dans les différentes productions:

Le suivi du pH et de la viscosité permettra sans doute de mettre en évidence l'impact de leurs variabilités sur la texture et l'acidité du produit fini.

Les représentations graphiques présentées dans la figure 07 montrent la relation entre la variation du pH et de la viscosité au cours de suivi dans les différentes productions.



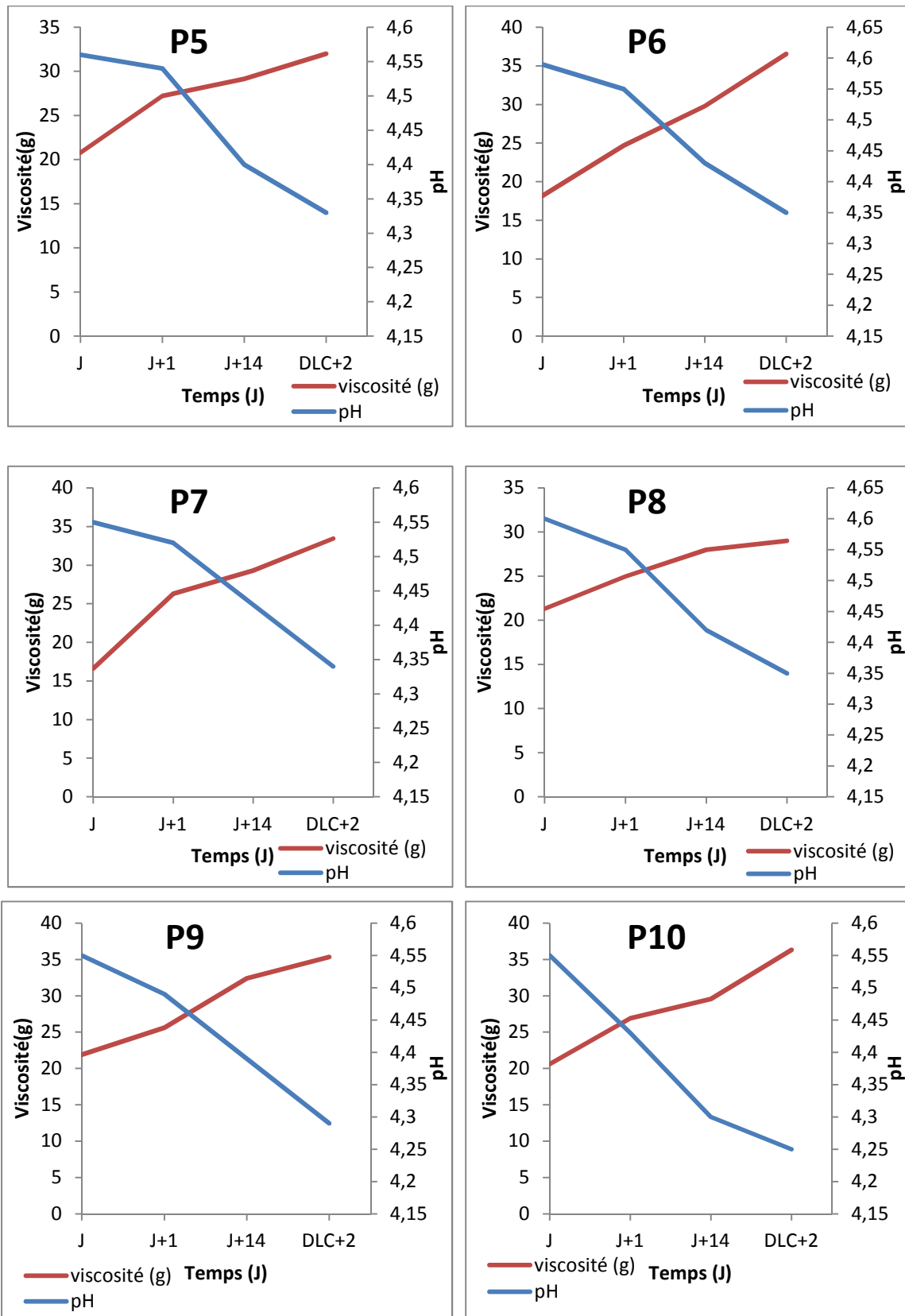


Figure 07: Relation entre la variation du pH et de la viscosité pour les différentes productions.

Les représentations graphiques présentent la relation entre la variation du pH et de la viscosité en fonction de la durée de conservation de J à DLC+2 dans les différentes productions. Ces représentations montrent d'une façon générale la diminution du pH tout au long de la durée de conservation tandis que la viscosité augmente.

La viscosité peut être contrôlée par le pH. L'abaissement graduel du pH lors de la fermentation lactique par les ferments lactiques engendre plusieurs changements physico-chimiques à l'origine de la formation du gel (Jeantet, 2007; Gentès, 2011).

Pendant la fermentation, le pH du lait diminue et les propriétés physico-chimiques des micelles de caséine sont profondément modifiées. Les fonctions acides de certains acides aminés fixent les protons formés, entraînant une annulation progressive de la charge négative des micelles (Beal et Sodini, 2003). En parallèle, une solubilisation du phosphate de calcium micellaire est observée, entraînant une déminéralisation progressive des micelles de caséines. Celles-ci vont s'associer entre-elles par formation de liaisons hydrophobes, hydrogènes et électrostatiques pour former un réseau protéique retenant la phase aqueuse (Paci kora, 2004). A un pH inférieur au point isoélectrique (pH=4,5), les micelles qui flocculent, précipitent, du fait de leur densité, et le réseau formé se stabilise et n'évolue pratiquement plus. Le pH souhaitable est entre 4,2 et 4,70. Dans cette gamme de pH on obtient un meilleur réarrangement et agrégation des particules de caséine, contribuant à la formation d'un gel plus stable et évitant la synérèse.

### I.3.5. Évolution du taux de protéines et de la viscosité :

Le tableau suivant présente la relation entre la viscosité et le taux des protéines.

**Tableau V :** Variation du taux des protéines et de la viscosité dans les différentes productions.

Production	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Norme
Protéine (g/100g)	3,06	2,95	3,03	2,92	3	2,96	2,97	2,84	2,93	3,02	Groupe DANONE
Viscosité(g)	26,4	23,9	26,9	23,83	27,22	24,69	26,3	24,97	25,6	26,9	

Les résultats figurés dans ce tableau montrent la variation de la viscosité en fonction du taux de protéines. On note que lorsque le taux de protéines est au voisinage de 3 m/m, la viscosité se situe dans la zone de conformité qui dépasse les 26g. Tandis que la viscosité est dans la zone de tolérance lorsque le taux de protéines est inférieur à 3m/m même si ce taux est dans la norme. Celui-ci confirme que le taux et la qualité des protéines influencent sur la viscosité.

Selon Lamontagne (2002), un taux de protéines élevé influe sur la qualité du yaourt, vu que les protéines de par leur coagulation et leur capacité de liaison avec l'eau agissent sur la texture, particulièrement sur la viscosité, l'élasticité, la consistance et la fermeté du produit. La viscosité dépend aussi de la masse moléculaire de la protéine et de sa structure tridimensionnelle (Dalglish, 2004).

## II. Résultats des analyses microbiologiques :

### II.1. Matières premières :

#### II.1.1. Eau de process :

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ces analyses ont été effectuées au niveau d'un laboratoire externe.

**Tableau VI:** Résultats des analyses microbiologiques de l'eau du process.

Production Germes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Norme DANONE	Norme JORA
Flore totale à 22°C /100 ml	8	15	13	20	10	22	10	18	7	11	ISO 6222	<10 <sup>2</sup>
Flore totale à 37°C /100 ml	1	3	1	2	1	6	5	3	3	2	ISO 6222	<10 <sup>2</sup>
Coliformes totaux / 100 ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO9208-1	<10
<i>E .coli</i> /100 ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO9208-1	Absence
ANRS/50 ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA 15176	<5
<i>Pseudomonas</i> 100/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NFT 90-421	Absence
<i>Streptocoques fécaux</i> D/50 ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NFT 90-416	Absence

Abs : absence.

ANRS : Anaérobies sulfite réducteurs

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process présentés dans le tableau indiquent que l'eau utilisée est de très bonne qualité microbiologique. La présence de quelques germes totaux qui sont des indicateurs de la qualité hygiénique est dans les normes. Cependant, on a constaté l'absence totale des germes pathogènes et les germes de contamination fécale. Celui-ci explique le respect des règles d'hygiène et l'efficacité des traitements effectués sur l'eau avant son incorporation dans la production (Rodier, 2009).

#### II.1.2. Poudre de lait à 0%MG :

Les résultats des analyses microbiologiques sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau VII:** Résultats des analyses microbiologiques de la poudre du lait à 0%MG.

<b>Production Germe (UFC/ml)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>Norme</b>	<b>Norme JORA</b>
Flore totale à 30°C/72h	11	5	9	13	6	8	12	14	15	12	NF EN ISO 4833	< 2.10 <sup>5</sup>
Flore totale à 55°C/72h	7	3	5	6	1	7	5	7	8	4	NF EN ISO 4833	/
Flore sporulée à 30°C/72h	5	2	1	3	1	2	4	3	6	0	NF EN ISO 4833	<5.10 <sup>2</sup>
Flore sporulée à 55°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833	/
Levures à 25°C/5J	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO 7954	< 10 <sup>2</sup>
Moisissures à 25°C/5J	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO 7954	Absence

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre du lait montrent l'absence totale de tout les germes recherchés (les résultats sont inférieurs aux normes exigées par l'entreprise), ce qui confirme que la poudre du lait utilisée est de bonne qualité hygiénique ainsi que microbiologique. La conformité des résultats renseigne sur le respect des conditions de préparation telle que l'application rigoureuse de l'étape de microfiltration (bactofugation) qui a permis l'élimination des spores (Gosta, 1995; Jeantet *et al.*, 2007). Ainsi que le respect des conditions du transport de la poudre de lait avant exportation et les bonnes pratiques d'hygiène ainsi que les bonnes conditions de stockage à l'abri de l'humidité et la température ambiante au sein de l'hangar de l'entreprise (Gosta, 1995).

### II.1.3. MGLA :

Les résultats des analyses microbiologiques de la MGLA sont figurés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau VIII :** Résultats des analyses microbiologiques de la MGLA.

<b>Production Germe (UFC/ml)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>Norme DANONE</b>	<b>Norme JORA</b>
Flore totale à 30°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833	5.10 <sup>2</sup>
Flore totale à 55°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833	/
Flore sporulée à 30°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833	/
Levures à 25°C/5J	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO 7954	Absence /10ml
Moisissures à 25°C/5J	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO 7954	



D'après les résultats figurés dans le tableau, on remarque l'absence totale des germes recherchés ce qui explique la bonne qualité hygiénique et microbiologique de la MGLA qui a été incorporée dans la production. Cela nous renseigne sur les bonnes conditions de fabrication, de conditionnement et de transport avant l'exportation et les bonnes conditions de stockage à l'entreprise.

### II.1.4. Aromes :

Les résultats des analyses microbiologiques des aromes sont figurés dans le tableau IX

**Tableau IX:** Résultats des analyses microbiologiques des aromes.

Production Germes (UFC/ml)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Norme DANONE
Flore totale à 30°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833
Flore totale à 55°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833
Flore sporulée à 30°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833
Flore sporulée à 55°C/72h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NF EN ISO 4833
Coliformes totaux à 30°C/24h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO 4832

Les résultats des analyses microbiologiques des aromes présentés dans le tableau sont conformes aux normes de l'entreprise. Ils montrent l'absence totale des germes recherchés ce qui témoigne de leur bonne qualité hygiénique et microbiologique. Cela s'explique par le respect des bonnes conditions de préparation, de transport avant l'exportation et les bonnes conditions d'hygiène et de stockage dans l'entreprise.

### II.2. Produit semi-fini:

#### ➤ Au niveau du TLE :

Les résultats des analyses microbiologiques du produit au niveau de TLE sont figurés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau X :** Résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini au niveau du TLE.

Production Germes (UFC/ml)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Norme
Flore totale à 30°C/72h	90	120	95	110	85	115	100	110	120	95	Groupe DANONE
Flore sporulée à 30°C/72h	40	70	55	80	35	80	75	60	75	35	
Coliformes totaux 30°C/24h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Levures à 25°C/5J	50	60	40	55	20	45	30	50	35	25	
Moisissures à 25°C/5J	20	20	15	25	20	15	25	30	15	15	

Les résultats figurés dans le tableau montrent la présence des germes totaux, germes sporulés ainsi que les levures et moisissures au niveau du TLE. Cette présence est due à des contaminations au moment du poudrage qui se réalise dans des conditions non aseptique; l'air contient des poussières chargées de spores et conidies fongiques, de spores bactériennes sporulées et non sporulées (Guiraud, 1998). Également à l'eau de process incorporée dans la fabrication qui contient certains germes. Cette contamination reste toujours dans la zone de conformité de l'entreprise. Cependant, on a constaté l'absence totale des coliformes totaux, ce qui confirme que la présence des germes totaux est due seulement au moment du poudrage (ambiance non stérile) mais pas au manque d'hygiène.

### ➤ Au niveau de SP:

Les résultats des analyses microbiologiques du produit au niveau de la sortie du pasteurisateur sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau XI :** Résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini au niveau de SP.

<b>Production</b> <b>Germes (UFC/ml)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>Norme</b>
Flore totale à 30°C/72h	40	50	35	45	30	40	35	55	60	40	Groupe DANONE
Flore sporulée à 30°C/72h	25	40	20	35	20	25	20	35	45	20	
Coliformes totaux à 30°C/24h	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Levures à 25°C/5J	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
moisissures à 25°C/5J	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	

Les résultats figurés dans le tableau montrent que le taux des germes au niveau SP est conforme aux normes de l'entreprise. Une diminution du taux des germes totaux et celui de germes sporulés a été constatée par rapport à celui de TLE, ce qui renseigne sur l'application rigoureuse du traitement thermique par le respect des deux paramètres temps et température de pasteurisation, celui-ci permis la réduction de la charge microbienne dans le produit (FAO, 1995, Lamontagne, 2002).

### ➤ Au niveau de TSBL:

Les résultats des analyses microbiologiques du produit au niveau du TSBL sont présentés dans le tableau XII.

**Tableau XII :** Résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini au niveau du TSBL.

<b>Production</b> <b>Germe (UFC/ml)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>Norme</b>
Coliformes totaux à 30°C/24h	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	Groupe DANONE
Levures à 25°C/5J	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Moisissures à 25°C/5J	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	

Les résultats présentés dans le tableau sont conformes aux normes de l'entreprise. L'absence de ces germes (coliformes totaux, levures et moisissures) montre qu'aucune contamination n'a été traduite au cours du passage du produit vers le TSBL ce qui indique le respect des conditions d'hygiène et l'efficacité de nettoyage des installations, par la nature des produits utilisés et les habitudes de nettoyage vue que le matériel industriel est une source de contamination (Guiraud, 1998).

### **II.3. Produit fini:**

Le tableau ci-après présente les résultats des analyses microbiologiques du produit fini.

**Tableau XIII:** Résultats des analyses microbiologique du produit fini.

<b>Production</b> <b>Germes (UFC/ml)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>Norme DANONE</b>	<b>Norme JORA</b>
Coliformes totaux 30°C/24h	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO 4832	10
Levures à 25°C/5J	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO6611	<10 <sup>2</sup>
Moisissures à 25°C/5J	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	ISO6611	Absence

Les résultats présentés dans le tableau montrent qu'ils sont conformes aux normes de l'entreprise par l'absence totale des germes recherchés (germes de contamination). Cette absence reflète les bonnes conditions d'hygiène lors de la préparation, l'efficacité de système de nettoyage des installations (Gosta, 1995), l'efficacité du traitement thermique appliqué qui engendré la destruction des germes (Boubchir-Ladj, 2011), l'étanchéité des pots et l'efficacité de leur stérilisation; ces deux paramètres permet d'empêcher les risques de contamination (Nout et *al.*, 2003). Cette conformité est également due au bon déroulement de la fermentation qui favorise la croissance des bactéries lactiques qui produisent de leurs parts des substances inhibitrices des microorganismes indésirables

(Leveau et Bouix, 1993; Katinan et al., 2012). Ce résultat est expliqué par le fait que la recherche des levures et moisissures à J+1 après avoir mis le produit dans des conditions défavorables et après une incubation à 25°C/4J on n'a pas constaté leurs développement ce qui explique la bonne qualité hygiénique et microbiologique du produit fini.

### II.4. Test de stabilité :

#### II.4.1. Stress test :

Les résultats de stress test (3 jours et 10 jours) sont figurés dans les tableaux suivants.

**Tableau XIV:** Résultats de stress test à 30°C/3 Jours

Production	Échantillon	NC	% NC	Détail	Norme
P 1	6	0	0	RAS	<b>Groupe DANONE</b>
P 2	6	0	0	RAS	
P 3	6	0	0	RAS	
P 4	6	0	0	RAS	
P 5	6	0	0	RAS	
P 6	6	0	0	RAS	
P 7	6	0	0	RAS	
P 8	6	0	0	RAS	
P 9	6	0	0	RAS	
P 10	6	0	0	RAS	

**NC : Non Conformité**

**RAS : Rien à Signaler**

**Tableau XV:** Résultats de stress test à 25°C/10 Jours

Production	Échantillon	NC	% NC	Détail	Norme
P 1	6	0	0	RAS	<b>Groupe DANONE</b>
P 2	6	0	0	RAS	
P 3	6	0	0	RAS	
P 4	6	0	0	RAS	
P 5	6	0	0	RAS	
P 6	6	0	0	RAS	
P 7	6	0	0	RAS	
P 8	6	0	0	RAS	
P 9	6	0	0	RAS	
P 10	6	0	0	RAS	

**NC : Non Conformité**

**RAS : Rien à Signaler**

Les résultats figurés dans les tableaux montrent la conformité du produit qui a été maintenu à des conditions défavorables pendant 3 jours et 10 jours. Aucune non-conformité n'a été constatée durant la période de stress ce qui explique le bon déroulement

de tout le processus de fabrication dont l'efficacité de traitement thermique appliqué, le respect des conditions d'hygiène durant le processus de fabrication et le stockage ainsi que l'excellente qualité de l'emballage se qui nous a permis d'obtenir un produit sain et stable.

### **II.4.2. Stabilité du produit au cours de stockage pendant 14 jours et à la DLC+2 :**

Le tableau ci-dessous présente les résultats de stabilité du produit durant la durée de stockage à froid (4 à 6°C).

**Tableau XVI :** Résultats de la stabilité du produit au cours de stockage pendant 14 jours et à DLC+2.

Période de conservation	Production caractère	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		<b>J+14</b>	<b>Consistance</b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<b>Odeur/Gout</b>	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<b>DLC+2</b>	<b>Consistance</b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	<b>Odeur/Gout</b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

**OK : Paramètre conforme.**

Les résultats présentés dans le tableau après 14 jours de sa fabrication et après deux jours de sa DLC montrent que le produit garde sa consistance. Aucune mauvaise odeur ni changement de gout n'est constaté même après deux jours de sa DLC. En plus, on n'a pas remarqué ni gonflement des pots ni présence des levures et des moisissures. Tous ça renseigne sur la stabilité du produit qui est due à l'action des ferments grâce à leurs métabolisme assurent une bonne conservation, une bonne saveur et bonne texture (Badis et al., 2005), la maîtrise du processus de fabrication, respect des règles d'hygiène tout au long de la chaîne de fabrication et les bonnes conditions de stockage du produit.

- ✓ Les résultats de stress test et la stabilité du produit après 14 jours de conservation et après deux jours de sa DLC confèrent la stabilité du produit puisque tous les résultats obtenus sont conformes. Donc, on peut conclure que la consommation de ce produit même si après deux jours de sa DLC n'aura aucun effet néfaste sur la santé du consommateur.

### **III. Résultats des analyses sensorielles :**

Le tableau XVII montre les résultats des analyses sensorielles du produit fini.

**Tableau XVII:** Résultats des analyses sensorielles du produit fini.

Production Paramètre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Formage	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Datage	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sécabilité	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pélabilité	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Décor	5	3	5	3	5	3	5	5	3	5
Texture	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse	Lisse onctueuse
Couleur	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène
Arome	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Gout	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Poids(g)	95	97	95	94,6	93,5	94,4	96,3	93	93,2	96

5 : Conforme

3 : Toléré

OK : Paramètre conforme.

D'après les résultats figurés dans le tableau on constate que les résultats de packaging sont conformes aux normes de l'entreprise. Cependant, pour le décor on a constaté que les résultats des productions 2, 4,6 et 9 sont dans la zone de tolérance de l'entreprise ce qui est expliqué par décalage de décor qui est due au dysfonctionnement au niveau de la machine au mauvais réglage de l'opérateur sur la machine. La conformité des résultats obtenus explique le bon fonctionnement de la conditionneuse ce qui nous a permis d'obtenir des pots étanches qui permettent le bon conditionnement du produit.

Cette conformité est également constatée pour les analyses organoleptiques dont la texture, le goût, la couleur, et l'arôme sont tous bons ce qui renseigne sur le respect des quantités des ingrédients exigés par les normes ainsi la bonne qualité des ingrédients utilisés, la maîtrise de mécanisme d'homogénéisation et le respect de la durée de fermentation. Cela nous permet d'avoir un produit de texture, d'onctuosité et de goût agréable.

# *Conclusion*

L'étude réalisée à la laiterie DANONE DJURDJURA nous a permis d'améliorer les connaissances acquises durant notre cycle d'études, et nous a conduit à acquérir beaucoup d'informations et des connaissances sur le contrôle de qualité des produits laitiers et de mieux comprendre leurs processus de fabrication. Cette étude nous a permis non seulement d'acquérir des informations et des résultats sur notre thème d'étude mais aussi, elle nous a initié au domaine professionnel.

L'objectif de ce travail est le suivi de la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique du yaourt brassé en appliquant le plan de contrôle de l'entreprise qui vise à assurer un produit de bonne qualité.

Dans ce cadre, les analyses effectuées ont montré que les résultats physico-chimiques du produit étudié sont conformes aux normes de l'entreprise à l'exception de la viscosité à J+1 et le pH à la DLC+2 de certaines productions, qui sont dans les normes de tolérance de l'entreprise. Ce manque de viscosité est lié à la qualité et la quantité des protéines que renferme la poudre de lait et à la température de l'homogénéisation qui a été au part avant  $81^{\circ}\text{C}\pm 5$ . Cependant l'acidité à DLC +2 qui ne répond pas aux normes exigées par l'entreprise est due au décaillage à des pH situés dans la limite supérieure de la norme de conformité, à la disponibilité du tank et à la qualité des ferments utilisés.

Le produit fini est stable et de bonne qualité microbiologique tout ça confirme les bonnes qualités hygiénique et microbiologique des matières premières utilisées. Ce qui est dû aux bonnes conditions de leur stockage et leur traitement ainsi que l'application rigoureuse de tous les paramètres d'hygiène et de traitements thermiques lors du processus de fabrication, et les bonnes conditions de stockage du produit fini durant sa période de conservation .

Du point de vue organoleptique, le produit est de bonne qualité, ce qui est dû à la qualité et quantité des matières premières incluses dans la production, la maîtrise du processus de fabrication, ainsi que le bon packaging qui assure le bon conditionnement du produit fini.

Enfin, on peut dire que la laiterie DANONE DJURDJURA arrive à assurer un produit sain et de bonne qualité vue la bonne qualité des matières premières utilisées, l'application rigoureuse des traitements thermiques et mécaniques, le respect des règles d'hygiène, la maîtrise du processus de fabrication, ainsi que la vigilance et la qualification des opérateurs dans tout les stades de production. Tous ces facteurs lui permettent d'atteindre l'un des



objectifs visés qui est le gain de la confiance du consommateur et avoir une bonne renommée de l'entreprise.

Pour préserver cette dernière, quelques propositions qui sont dans l'intérêt de l'entreprise sont portées sur: l'introduction du lait cru dans la production des différents produits, la prolongation de la DLC au-delà de 30 jours, ainsi que le décaillage du produit à une valeur de pH cible et l'abaissement de la température d'homogénéisation à  $81^{\circ}\text{C}\pm 3$ . Ce dernier paramètre est actuellement sous l'étude au niveau de l'entreprise dans le but d'assurer une meilleure viscosité au produit.

*Références  
bibliographiques*

### A

- ◆ Abu-Jdayil B et Mouhameed H. (2002). Experimental and modeling studies of the flow properties of concentrated yogurt as affected by the storage time. *Journal of Food Engineering*, **52**: 359-365. In: Boubchir-Ladj K. (2011). Effets de l'enrichissement (avec de concentrés des protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabrique à la laiterie Soummam d'Akbou. Mémoire de Magister de Biochimie Appliquée et Biotechnologie. Université Mouloud Mammeri, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Tizi-Ouzou, 100p.
- ◆ Amiot J, Fournier S, Lebeuf Y, Paquin P et Simpson R. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In. Vignola C L. Science et technologie du lait : transformation du lait. Edition : Presse internationales, polytechniques, Monterial, pp. 01-73.

### B

- ◆ Badis A, Laouabdia-Sellami N, Guetarni D, Kihal M et Ouzrout R. (2005). Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait de chèvre de deux populations caprines locales « Arabia et Kabyle ». *Science et Technologies*, **23**, 30-37.
- ◆ Bauer J, Badoud R, Loliger J et Etournaud. (2010). Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. Edition : Presses polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne, 720p.
- ◆ Beal C et Sodini I. (2003). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire*. Paris, 16p.
- ◆ Boubchir-Ladj K. (2011). Effets de l'enrichissement (avec de concentrés des protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam d'Akbou. Mémoire de Magister de Biochimie Appliquée et Biotechnologie. Université Mouloud Mammeri, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Tizi-Ouzou, 100p.
- ◆ Boudier J.F. (1990). Produits frais. In : Luquet F.M. Laits et produits laitiers. Vache, brebis et chèvre. Lait de la mamelle à la laiterie. Edition : Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, pp. 35-65.

## *Références bibliographiques*

---

- ◆ Bouregois C.M. et Larpent. (1988). Microbiologie alimentaire, Aliments fermentés et fermentations alimentaires. Edition : Technique et Documentation, Lavoisier. Paris, 526p.
- ◆ Bouregois C.M. et Larpent. (1996). Microbiologie alimentaire, Aliments fermentés et fermentations alimentaires. Edition : Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 1092p.
- ◆ Boutin C. (2000). Propriétés émulsifiantes et gélifiantes des protéines sériques polymérisées, application dans la fabrication de yogourts. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maitre science (M.Sc). Université LAVAL, faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Canada, 127p.

### *C*

- ◆ Caussin F et Bouhallab S. (2004). Environnement minéral et propriétés fonctionnelles des protéines sériques. In : Gaucheron F. Minéraux et produits laitiers. Edition : Technique et Documentation, Paris, pp. 343-384.
- ◆ Cayot Ph et Lorient D. (1998). Structures et technofonctions des protéines du lait. Edition : Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 363p.

### *D*

- ◆ Dagleish D G. (2004). Minéraux et propriétés fonctionnelles des caséines et caseinates. In : Gaucheron F. Minéraux et produits laitiers. Edition : Technique et Documentation, Paris, pp 324 – 342.
- ◆ Dilmi-Bouras A. (2006). Assimilation (in vitro) of cholesterol by yogurt bacteria. *Annales of Agricultural and environmental medicine*. **13**, 49-53.

### *F*

- ◆ FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers, dans la nutrition humaine. Collection FAO : alimentation et nutrition, **28**. Rome. 290p.

### G

- ◆ Gaucheron F, Graet Y.L et Schuck P. (2004). Equilibres minéraux et conditions physico-chimiques. In : Gaucheron F, Minéraux et produits laitiers. Edition : Technique et Documentation, Paris, pp. 219-299.
- ◆ Gentès MC. (2011). Compréhension du rôle structural d'exopolysaccharides de bactéries lactiques dans des systèmes laitiers fermentés enrichis en amidon modifié. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.). Université LAVAL, Faculté des études supérieures en Science et technologie des aliments, Québec, 211p.
- ◆ Gosta B. (1995). Dairy Processing Handbook. Edition: Tetra pak processing systems AB, Sweden, 436p.
- ◆ Guiraud JP. (1998). Microbiologie Alimentaire. Edition: Dunod, Paris, 652p.
- ◆ Guiraud JP. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition: Dunod, Paris, 652p.

### H

- ◆ Haque A, Richardson R.K et Morris E.R. (2001). Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt, *Food Hydrocolloids*. **15**: 593-602.

### J

- ◆ Jeantet R, Croguennec T, Schuck P et Brulé G. (2007). Science des aliments : Biochimie-Microbiologie-Procédés-Produit. Technologie des produits alimentaires. Edition : Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 185p.
- ◆ Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P et Brulé G. (2008). Les produits laitiers. Edition : Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 465p.
- ◆ Joffin C, Joffin J.N. (2003). Microbiologie alimentaire, collection biologie technique. Edition : Collection Biologie Technique, Bordeaux, 214p.
- ◆ JORA., N° 88 du 30/12/1988. Laits fermentés et yaourt ou yoghurt.
- ◆ JORA., N° 69 du 18/08/1993. Spécification et la présentation de certains laits de consommation.

## Références bibliographiques

---

- ◆ JORA., 07/10/1998. Spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leurs mise à la consommation.
- ◆ JORA., N° 80 du 14/11/1999. Spécification du lait en poudre industriel, conditions et modalités de sa présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation.
- ◆ JORA., N° 43 du 24/05/ 2004. Obligation des méthodes de dénombrement des microorganismes caractéristiques par une technique de comptage des colonies à 37°C dans le yaourt.

### K

- ◆ Katinan R, Aw S, Chatigre K.O, Bohoussou K.M et Assidjo N.E. (2012). Évaluation de la qualité chimique et microbiologique des laits caillés artisanaux produits et consommés dans la ville de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire". *Journal of Applied Biosciences*, **55** : 4020– 4027.

### L

- ◆ Lamontagne M. (2002). Produit laitiers fermentés. In : Vignola C L. Science et technologie du lait : transformation du lait. Edition: Presse internationale, polytechniques, Montréal, pp .401-469.
- ◆ Leyral G et Vierling E. (2007). Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire. Edition: Doin éditeurs, Bordeaux, 290p.
- ◆ Leveau JY et Bouix M. (1993). Microbiologie industrielle des micro-organismes d'intérêt industriel. Edition : Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 612p.
- ◆ Loubiere P et Cocaign-bousquet M. (2009). Métabolisme des bactéries lactiques. Devenir du carbone. In : Dreder D et Prevost H. Bactéries Lactiques Physiologie, Métabolisme, Génomique et Applications industrielles. Edition : Economica, Paris, pp.29-46.
- ◆ Luquet F M. (1985). Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Les laits de mamelle à la laiterie. Edition : Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 397p.
- ◆ Luquet FM. (1990) : Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre. Les produits laitiers Transformation et technologie. Edition : Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 633p.

### *M*

- ◆ Mahaut M., Jeantet R, Schuck P et Brule G. (2000). Les produits industriels laitiers. Edition : Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 178p.
- ◆ Monnet V. (2009). Métabolisme des bactéries lactiques les acides aminés. In : Dreder D et Prevost H. Bactéries Lactiques Physiologie, Métabolisme, Génomique et Application industrielles. Edition: Economica, Paris, pp.15-28.

### *N*

- ◆ Nout R, Hounhouigan J.D et Boekel T. (2003). Les aliments Transformation Conservation et Qualité. Edition : CTA, Wageningen, 279p.

### *P*

- ◆ Paci kora E. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur ? Thèse pour l'obtention de grade de Docteur de l'Institut National Agronomique. Discipline : Science des aliments. Institut National Agronomique Paris-Grignon, 258p.
- ◆ Pernoud S, Schneid-Citrain N, Agnetti V, Breton S, Faurie JM, Marchal L, Obis D, Oudot E, Paquet D et Robinson T. (2005). Application des bactéries lactiques dans les produits laitiers frais et effets probiotiques. In : Luquet F.M et Georges Corrieu. Bacteries lactiques et probiotiques. Edition : Technique et Documentation. London, Paris, New-York, pp 01-100.
- ◆ Pilet M F, Magras C et Federighi M. (2005). Bactéries lactiques. In : Federighi M. Bactériologie Alimentaire compendium d'hygiène des aliments. Edition : Economica Paris, pp. 220-240.

*R*

- ◆ Rodier J. (2009). L'Analyse de l'eau. Edition : Dunod. Paris, 1579p.

*S*

- ◆ Schmidt J.L., Tourneur C. et Lenoir J. (1994). Fonction et choix des bactéries lactiques en technologies laitières. In : Roissart H et Luquet F.M. « bactéries lactiques ». Edition: Loriga, Paris, pp. 37-54.

*V*

- ◆ Vierling E. (2008). Sciences des aliments: Aliments et boissons. Edition : Doin editeurs, Paris, 277p.

*W*

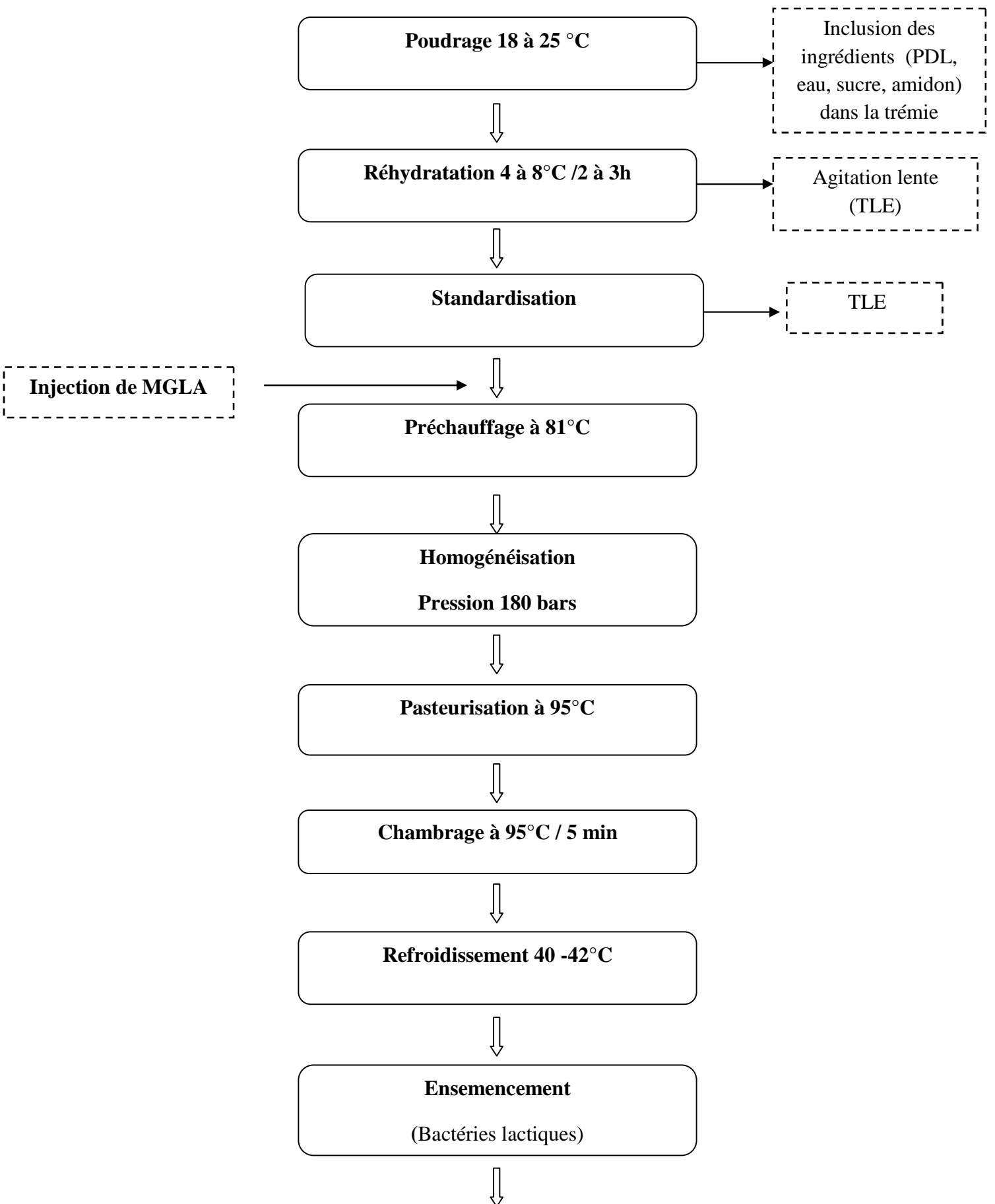
- ◆ Weber F. (1985). Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. Edition: FAO, Rome, 236p.

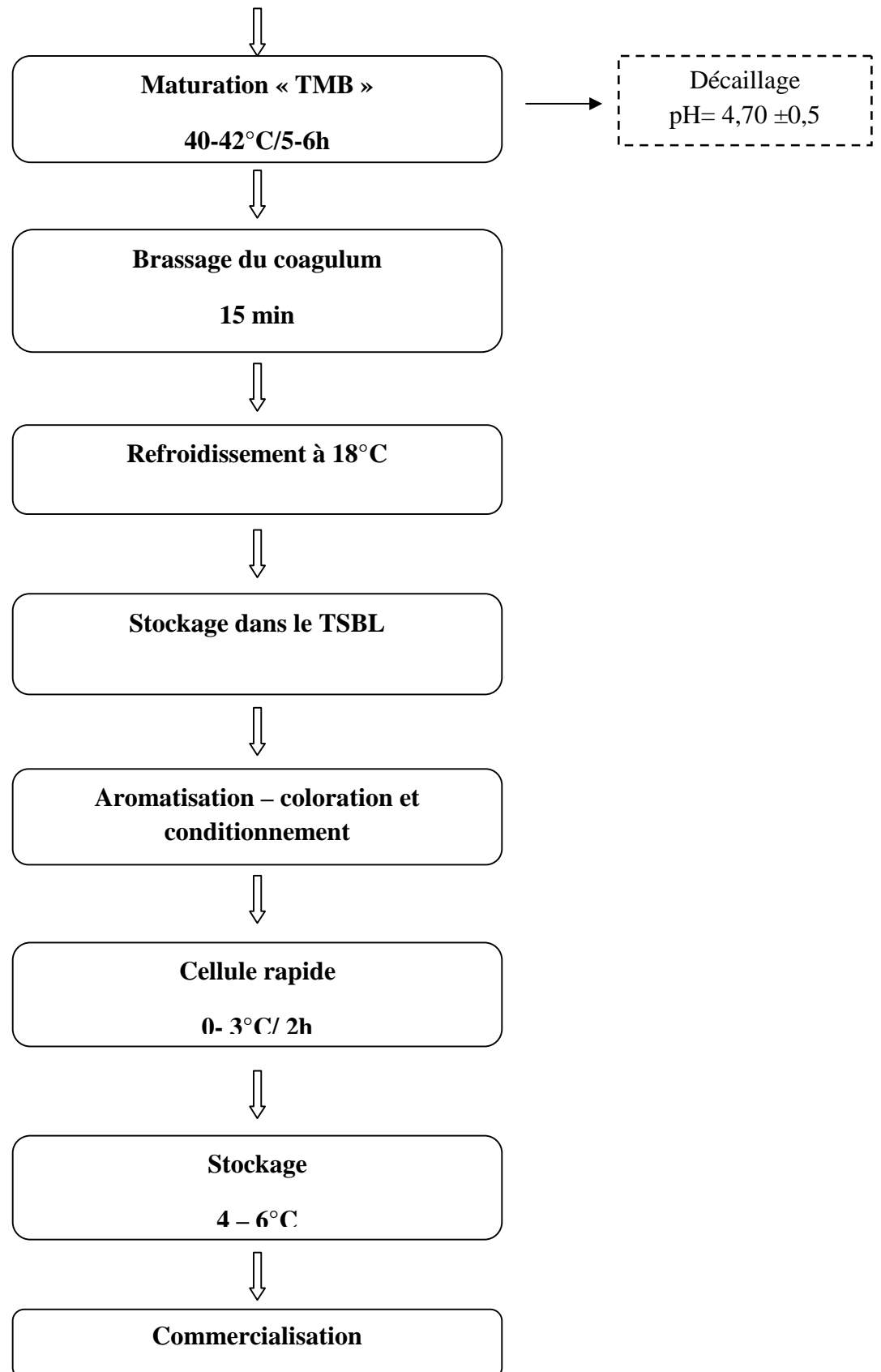


# *Annexes*

**Tableau I :** Composition du yaourt (Mahaut et *al.*, 2000).

Yaourt	Teneur moyenne pour 100 g de produit							Valeur énergétique
	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Phosphore (mg)	KJ
Yaourt nature	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201
Yaourt au lait entier	3,8	3,5	5,3	171	56	206	112	284
Yaourt nature 0%	4,2	traces	5,4	164	55	180	100	163
Yaourt nature sucré	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105	347
Yaourt aromatisé au lait entier	3,2	3,2	12	140	50	190	106	372
Yaourt brassé nature	4,3	1,8	5,2	165	40	205	115	230
Yaourt brassé aux fruits	3,75	1,65	14,5	140	50	190	110	368
Yaourt au lait entier aux fruits	3,1	2,7	16,5	140	45	180	100	431
Yaourt maigre aux fruits	3,6	traces	17,2	140	45	180	100	351





**Figure 01 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé.**

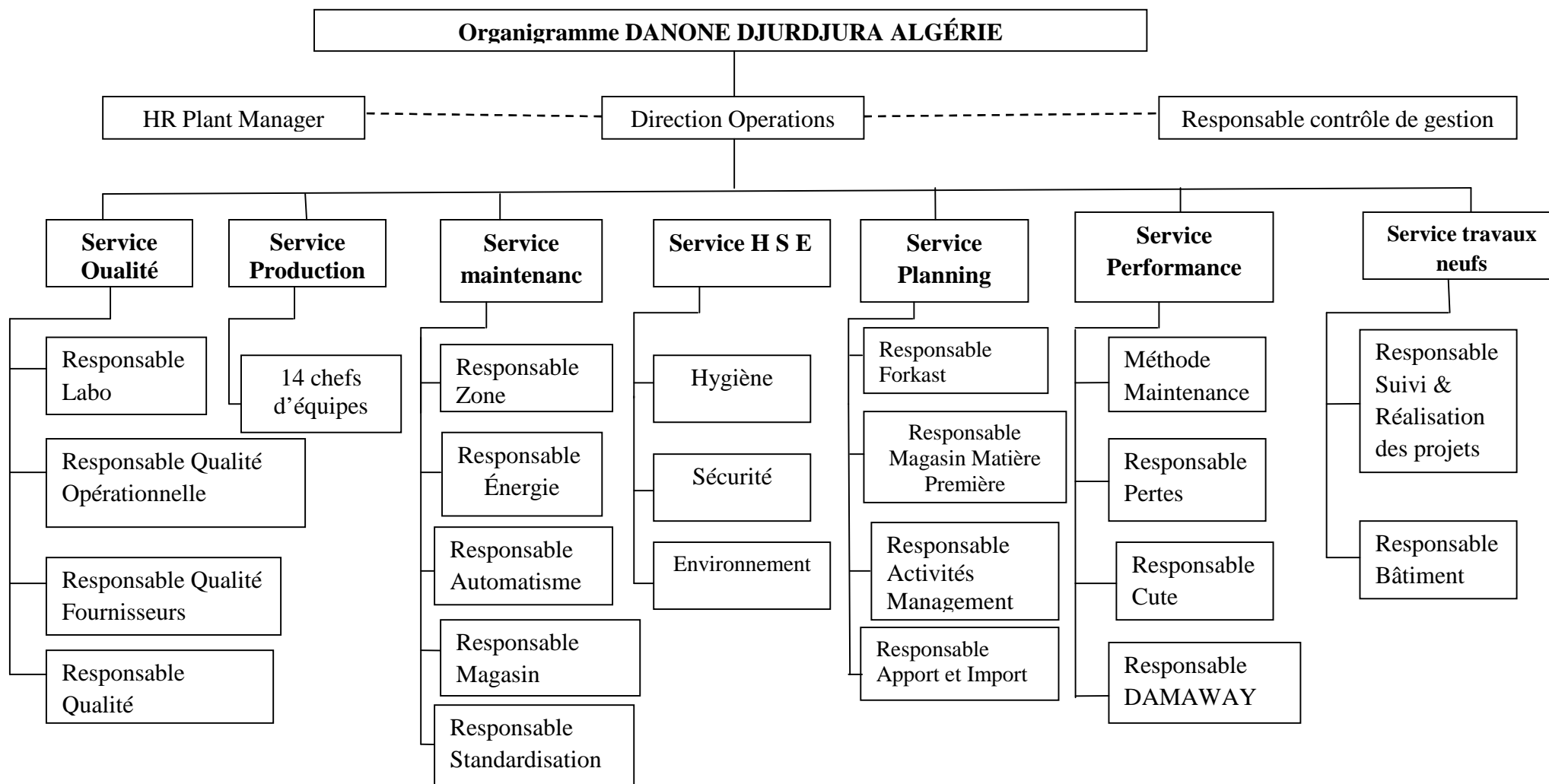


Figure 01 : Organigramme de l'entreprise DANONE DJURDJURA ALGÉRIE

## **I. Matériel :**

### **I.1. Matériels utilisés pour les différents contrôles physico-chimiques :**

➤ **Milko Scan™ FT 120 (FOSS) :**

C'est un spectrophotomètre automatique de grande capacité, il est constitué de deux éléments : l'unité de mesure et l'ordinateur qui contrôle l'ensemble des opérations. Il utilise la technologie d'absorption spectroscopique en moyen infrarouge et permet de contrôler la qualité des produits finis tout au long de la chaîne de fabrication et d'analyser avec précision de 0,03% pour les paramètres suivants : matières grasses, protéines, lactose, extrait sec total. Les résultats sont enregistrés et affichés sur l'écran par rapport à la quantité de l'échantillon analysés voir g/100g pour la protéine, g/100 ml pour la matière grasse et % pour extrait sec total (Document interne).



**Figure 02: Milko Scan™ FT 120(FOSS)**

➤ **Food Scan™ :**

C'est un appareil spécialisé utilise la technologie d'absorption spectroscopique à infrarouge destiné au contrôle de la production et au contrôle de la qualité d'une large gamme de produits dans l'industrie alimentaire. Il est spécialement conçu pour effectuer des mesures sur les produits semi-finis et finis, avec une précision de 0,2% pour le yaourt et 0,3% pour le fromage. Les résultats sont enregistrés et affichés sur l'écran par rapport à la quantité de l'échantillon analysés voir g/100g pour la protéine, g/100g pour la matière grasse et % pour

extrait sec total. Toutes les opérations, à l'exception de l'introduction des échantillons et du nettoyage, sont réalisées à l'aide d'un ordinateur (document interne).



**Figure 03: Food Scan™ (FOSS)**

➤ **pH mètre « HANNA » :**

Est un appareil qui sert à mesurer la différence du potentiel d'hydrogène existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongées dans l'échantillon à analyser afin de déterminer la concentration des ions  $H^+$  dans le produit .

Cet appareil doit être étalonné chaque jour avec deux solutions tampon à pH 7 et pH 4



**Figure 04: pH mètre HI2210 « HANNA instrument »**

➤ **TAXT Express :**

Est un appareil qui consiste à mesurer la viscosité de yaourt brassé 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 à une vitesse déterminée et constante dans le produit dont on veut mesurer l'activité texturant .



Figure 05 : TAXT Express

### I.2. Matériel utilisé pour les différents contrôles microbiologiques :

- ✓ Bec bunsen
- ✓ Boîtes Petri
- ✓ Micropipette
- ✓ Tubes à essais et portoirs
- ✓ Flacons
- ✓ Étuves d'incubation (25°C, 30°C et 55°C).
- ✓ spatules
- ✓ Bain Marie
- ✓ Balance analytique
- ✓ Agitateur magnétique
- ✓ Autoclave.

## II. Méthodes de détermination de TP, MG et EST :

### ➤ Méthode Kjeldahl :

La détermination du taux de protéines dans la poudre de lait s'effectue par la méthode de référence internationale **Kjeldahl (ISO 8968-1 :2001)**. Elle se déroule en trois étapes : La minéralisation par le mélange d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), de sulfate de potassium qui permet d'élever la température d'ébullition de l'acide sulfurique à 350-400°C et de cuivre qui est un catalyseur qui augmente la vitesse de minéralisation. Cette minéralisation vise à convertir la totalité de l'azote organique en ions d'ammonium ( $NH_4$ ). La distillation à la vapeur après l'ajout d'un excès d'hydroxyde de sodium, afin de permettre la transformation



de l'azote sous forme de sulfate d'ammonium en ammoniac qui est ensuite entraîné avec la vapeur d'eau, condensé et incorporé dans une solution d'acide borique contenant un indicateur coloré (phénolphtaléine). Il se forme du borate d'ammonium donnant une couleur verte à la solution. Enfin le titrage par  $H_2SO_4$  (0,1N) jusqu'à l'observation d'un virage de couleur vers le rose violet (Amiot et *al.*, 2002).

La quantité de l'azote total est déterminée par la formule suivante :

$$\%N = \frac{(V - 0,1) \cdot 1,4 \cdot N(H_2SO_4)}{\text{Poids d'échantion pesé}}$$

**% N** : pourcentage d'azote total.

**V** : Volume de titrage.

**N** : Normalité de  $H_2SO_4$ .

**0,1** et **1,4** sont des facteurs stables

Le taux de protéines est déterminé en multipliant le taux d'azote obtenus par le facteur 6,38 (Amiot et *al.*, 2002).

**Donc :** 
$$TP(\%) = \%N \cdot 6,38$$

### ➤ Détermination du taux de protéines à l'aide de Milko Scan<sup>TM</sup> FT 120 :

La détermination du taux de protéines est réalisé en introduisant la sonde de Milko Scan<sup>TM</sup> FT 120 dans un flacon qui contient l'échantillon à analyser après avoir chauffer l'échantillon à 40°C/10 min dans un bain Marrie et bien agité. En cliquant sur la touche démarrer de l'ordinateur l'appareil absorbe en deux fois la quantité de 5 ml du produit. Les rayonnements infrarouge vont pénétrer la cuvette contenant le produit absorbé puis il donne la moyenne de deux absorptions qui va s'afficher sur l'écran de l'ordinateur en g/100g par rapport à la quantité de l'échantillon analysé.

### ➤ Détermination du taux de protéine à l'aide de Food Scan<sup>TM</sup> :

La détermination du taux de protéines est réalisé en introduisant 50g de produit homogénéisé dans une coupelle, bien étaler le produit, ensuite la coupelle est introduite à la à l'intérieur de Food Scan puis l'analyse démarre en cliquant sur la touche démarrer de l'ordinateur. Les résultats s'affichent en g/100g par rapport à la quantité de l'échantillon analysés sur l'écran après pénétration du produit par des rayonnements infrarouge.

III. Résultats des analyses physico-chimiques :


Tableau I : Taux des composants du produit semi-fini.

Point du contrôle production	TLE			Sortie du pasteurisateur			TSBL			Norme
	MG (g/100 ml)	EST (%)	TP (g/100 g)	MG (g/100 ml)	EST %	TP (g/100 g)	MG (g/100 g)	EST %	TP (g/100 g)	
P1	0	23,2	3,17	3,24	25,28	3	3,15	24,55	2,97	Groupe DANONE
P2	0	23,21	3,15	3,29	24,95	3,05	3,16	24,96	2,95	
P3	0	23,2	3,15	3,25	25,52	3,02	3,14	24,5	3,03	
P4	0	23,17	3,2	3,19	25,23	2,98	3,11	24,85	2,92	
P5	0	23,31	3,15	3,22	25,31	3,05	3,14	25,12	3	
P6	0	23,18	3,2	3,23	25,13	3,01	3,21	24,76	2,96	
P7	0	23,28	3,19	3,23	25,05	3,02	3,2	24,63	2,97	
P8	0	23,17	3,2	3,27	24,85	3,03	3,14	24,33	2,94	
P9	0	23,29	3,15	3,27	24,85	3,03	3,15	24,83	2,93	
P10	0	23,19	3,2	3,25	25,08	3,01	3,2	24,79	3,02	

Tableau II : Variation du pH dans les différentes productions au cours du suivi.

Production	pH				Norme
	J	J+1	J+14	DLC+2	
P1	4,58	4,54	4,46	4,34	Groupe DANONE
P2	4,55	4,45	4,26	4,17	
P3	4,56	4,41	4,27	4,25	
P4	4,62	4,56	4,39	4,35	
P5	4,56	4,54	4,4	4,33	
P6	4,59	4,55	4,43	4,35	
P7	4,55	4,52	4,43	4,34	
P8	4,6	4,55	4,42	4,35	
P9	4,55	4,49	4,39	4,29	
P10	4,55	4,43	4,3	4,25	

 Conforme

 Toléré

**Tableau III : Variation de la viscosité dans les différentes productions au cours du suivi.**

Production	viscosité (g)				Norme
	J	J+1	J+14	DLC+2	
P1	17,8	26,4	27,6	30,53	<b>Groupe DANONE</b>
P2	16,58	23,9	25,87	28,86	
P3	18,2	26,9	28,73	30,05	
P4	18,51	23,83	29,18	33,18	
P5	20,79	27,22	29,16	32	
P6	18,15	24,69	29,8	36,53	
P7	16,61	26,3	29,28	33,46	
P8	21,3	24,97	28	29	
P9	21,91	25,6	32,4	35,36	
P10	20,6	26,9	29,58	36,31	

---

---

**Composition et préparation des milieux de culture déshydratés.**

**PCA (Plate Count Agar)**

**I) Composition**

Tryptone.....	05 g/l
Glucose.....	01 g/l
Extrait de levure.....	2,5 g/l
Agar.....	14 g/l

pH: 7,0 ± 0,2.

**II) Préparation:**

- ❖ Mettre en suspension 23.5g de poudre PCA dans un litre d'eau distillée;
- ❖ Porter à l'ébullition à 370°C jusqu'à dissolution complète du milieu ;
- ❖ Mettre en flacons ;
- ❖ Stérilisation à l'autoclave à 121°C pendant 15min ;
- ❖ Conservation dans le réfrigérateur 4 à 5°C.

**VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)**

**I) Composition :**

Peptone.....	7,0 g/l
Extrait de levure.....	3,0 g/l
Chlorure du sodium .....	5,0 g/l
Lactose .....	10 g/l
Sels biliaires.....	1,5 g/l
Rouge neutre .....	0,03 g/l
Cristal Violet .....	0,002 g/l
Agar-agar.....	13 g /l

pH: 7,4 ± 0,2

**II) Préparation:**

- ❖ Mettre en suspension 42.5g de poudre VRBL dans un litre d'eau distillée;
- ❖ Porter à ébullition lentement sous agitation à 370°C jusqu'à une dissolution complète du milieu;

- ❖ Ne pas autoclaver ;
- ❖ Mettre au bain-Marie à 56°C (ne pas conserver plus de quarts heures)

**OGA (Oxytetracycline Glucose Agar)**

**I) Composition :**

Extrait de levure.....	5,0g/l
Glucose.....	20,0g/l
Oxytétracycline.....	0,1g/l
Agar agar.....	15,0g/l
pH :6,6±0,2	

**II) Préparation:**

- ❖ Mettre en suspension 23.5g de poudre OGA dans un litre d'eau distillée ;
- ❖ Porter à l'ébullition à 370°C jusqu'à dissolution complète du milieu ;
- ❖ Mettre en flacons ;
- ❖ Stérilisation à l'autoclave à 121°C pendant 15 min ;
- ❖ Après autoclavage, ajout de l'oxytétracycline ;
- ❖ Conservation dans le réfrigérateur 4 à 5°C.

**Composition du liquide Ringer :**

- ❖ 130 mmol/l d'ion sodium ;
- ❖ 109 mmol/l d'ion chlorure ;
- ❖ 28 mmol/l de lactate ;
- ❖ 4 mmol/l d'ion potassium ;
- ❖ 1,5 mmol/l d'ion calcium.

pH :7,0±0,2

## **Résumé :**

L'étude réalisée à la laiterie DANONE DJURDJURA ALGÉRIE est basée sur le suivi régulier des qualités physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé à partir des matières premières jusqu'à DLC+2.

Dix suivis ont été réalisés durant tous les stades de fabrication dans le but de conférer la salubrité et la stabilité du produit fini et de montrer la maîtrise du processus de fabrication.

L'ensemble des résultats obtenus durant le suivi sont conformes aux normes de l'entreprise du point de vue microbiologique. Quelques résultats tolérables ont été marqués du point de vue physicochimique du produit fini.

Les résultats obtenus témoignent la bonne qualité des matières premières utilisées et la maîtrise de processus de fabrication, ce qui aboutit à un produit sain, stable et de bonne qualité.

**Mots clés :** lait, yaourt brassé, ferments lactiques, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques, acidification, viscosité, pH.

## **Abstract:**

The study conducted at the dairy DANONE DJURDJURA ALGERIA is based on regular monitoring of the physicochemical and microbiological quality of stirred yoghurt from raw materials to two days after deadline expiry.

Ten followed were conducted during all stages of manufacturing in order to give the safety and stability of the finished product and raise the mastery process.

All results obtained during follow-up are consistent with company standards of microbiological point of view, while some tolerable results were marked with the physicochemical point of view of the finished product.

The results obtained demonstrate the good quality of raw materials used and the mastery of the manufacturing process, resulting in a holy product, stable and good quality.

**Key words:** milk, brewed yogurt, lactic leavens, physicochemical analysis, microbiological analysis, acidification, viscosity, pH.