

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. Mira – Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Microbiologie

Filière : Microbiologie appliquée

Option : Biotechnologie microbienne



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme

Master

Thème

Suivi de la flore lactique dans le yaourt
aromatisé à 6°C et à 22°C au niveau de la
laiterie « Ramdy »

Présenté par :

Boudjellal Amir et Hamidouche Mouhamed

Soutenu le : **22/06/2017**

Devant le Jury composé de :

M^{me} FARADJI. S

MCB

Presidente

M^{me} BOUCHERBA. N

MCB

Promorice

M^{elle} TITELI.F

MAA

Examinatrice

Année Universitaire : 2016/2017

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. Mira – Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Microbiologie

Filière : Microbiologie appliquée

Option : Biotechnologie microbienne



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme

Master

Thème

Suivi de la flore lactique dans le yaourt
aromatisé à 6°C et à 22°C au niveau de la
laiterie « Ramdy »

Présenté par :

Boudjellal Amir et Hamidouche Mouhamed

Soutenu le : **22/06/2017**

Devant le Jury composé de :

M^{me} FARADJI. S

MCB

Presidente

M^{me} BOUCHERBA. N

MCB

Promorice

M^{elle} TITELI.F

MAA

Examinatrice

Année Universitaire : 2016/2017



Remerciements



Nous tenons à remercier :

Le Dieu le tout puissant de nous avoir donné la chance, le courage et la patience d'avoir accompli notre travail.

Notre promotrice D^r BOUCHERBA, qu'elle trouve ici l'expression de notre très vive reconnaissance pour sa disponibilité, son aide, ses conseils, ainsi que ses qualités relationnelles et humaines.

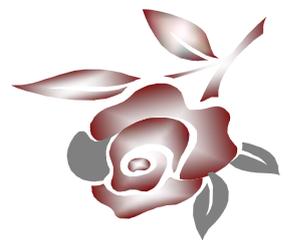
Notre profonde gratitude, et nos vifs remerciements vont également :

A M^{me} FARADJI de nous avoir fait l'honneur de présider l'honorable jury.

A M^{elle} TITELI d'avoir accepté d'examiner notre travail.

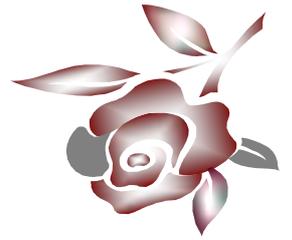
Nous tenons à remercier sincèrement et profondément le gérant de la laiterie Ramdy et les responsables du laboratoire de nous avoir mis à disposition tout ce dont nous avons besoin au cours de notre stage.

Nous remercions les techniciens du laboratoire tous sans exception à commencer par : Souad, Lynda, Yasmîna et Tarîk pour leur aide et d'avoir partagé leur savoir faire avec nous.





Remerciements



Nous tenons à remercier :

Le Dieu le tout puissant de nous avoir donné la chance, le courage et la patience d'avoir accompli notre travail.

Notre promotrice D^r BOUCHERBA, qu'elle trouve ici l'expression de notre très vive reconnaissance pour sa disponibilité, son aide, ses conseils, ainsi que ses qualités relationnelles et humaines.

Notre profonde gratitude, et nos vifs remerciements vont également :

A M^{me} FARADJI de nous avoir fait l'honneur de présider l'honorable jury.

A M^{elle} TITELI d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à remercier sincèrement et profondément le gérant de la laiterie Ramdy et les responsables du laboratoire de nous avoir mis à disposition tout ce dont nous avons besoin au cours de notre stage.

Nous remercions les techniciens du laboratoire tous sans exception à commencer par : Souad, Lynda, Yasmîna et Tarîk pour leur aide et d'avoir partagé leur savoir faire avec nous.



Je dédie ce travail :

Ceux qui j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et que je suis très fière de les avoir comme parents et que tous les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je leur porte ma mère ROUGUIA et mon père RABAH et pour leurs soutien et leurs sacrifices énormes.

A mes chers grands parents

A mes adorables sœurs : YASMINA, RAHMA et IMANE

A mes très chères Tantes paternels et maternels

A mes oncles paternels et maternels

A Toute la famille BOUDJELLAL

A mes cousines ILHAM et AMEL

A mes très chers frères AMIR, FARES, KHALED

A mes très chères amis ceux et celles avec qui j'ai partagé des moments agréables et qui ont contribué au bon déroulement de ce mémoire JAKE, HAFSA, TAMAZIGHT, SALIM, RAHIM, WALID

A toi mon collègue : MOUMOUH CHARMANT

A tout mes amis sans exceptions qu'ils soient proche ou loin

Amir

I. Considération générale sur les bactéries lactique

Les bactéries lactiques sont des cocci ou des bâtonnets, Gram positif, anaérobies mais généralement aérotolérantes, capables de fermenter le carbohydrate en énergie (parada et *al.*, 2007). Ce sont des hétérotrophes et des chimioorganotrophes, immobiles, asporulées et ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les sels, les acides gras, les peptides et les glucides fermentescibles (Dellaglio et *al.*, 1994). On désigne sous le nom de bactéries lactiques, celles dont la fermentation des sucres est faite par deux voies métaboliques : (Dunand, 1991).

I.1. Voie homolactique

Ou il y'a uniquement production d'acide lactique.

I.2. Voie hétérolactique

En plus de l'acide lactique, la bactérie peut produire de l'acide acétique, l'éthanol et du citrate (Yann, 2003).

Tableau I : Les différents genres des bactéries lactiques (Novel, 1993).

Genre	Cellule		Fermentation	ADN G-C %
	Forme	arrangements		
Streptococcus	Coques	Chaines	Homolactiques	34-46
Leuconostoc	Coques	Chaines	Hétérolactiques	36-43
Pediococcus	Coques	Titrade	homolactiques	34-42
lactobacillus	Bacilles	chaines	Homolactiques et hétérolactiques	32-53

Les bactéries lactiques sont présentes dans de nombreux milieux naturels, allant du sol, des plantes en décomposition aux animaux. On les rencontre dans les végétaux (plantes et fruits), chez les humains et les animaux dans les cavités buccales et vaginales et colonisent le tube digestif (Konig et *al.*, 2009).

II. Métabolisme des glucides par les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques nécessitent un environnement adéquat (pH, T°) et différents nutriments tels que (les protéines, les vitamines, les glucides). (Yvette, 2009).

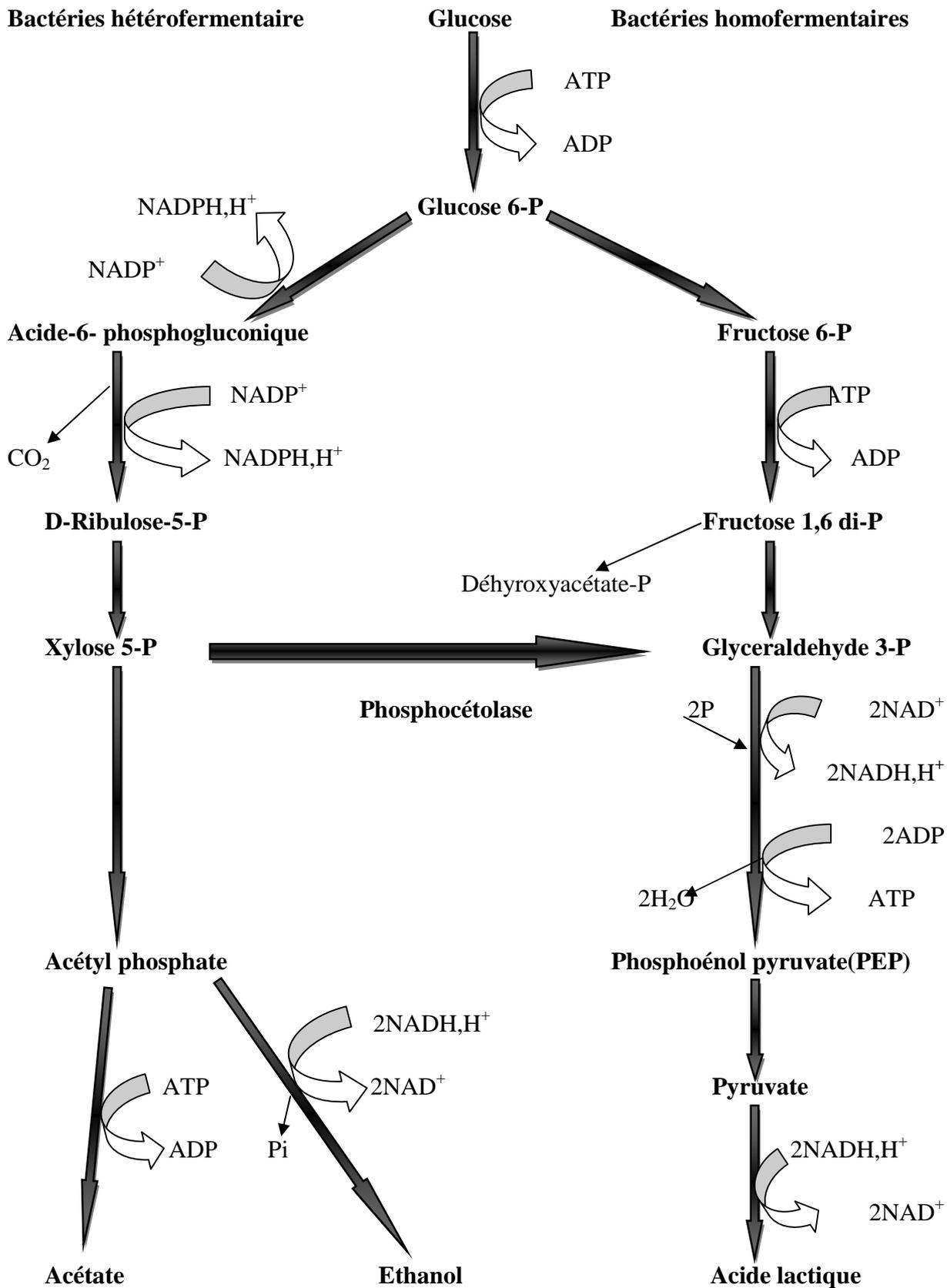
Les bactéries lactiques étant incapables d'obtenir leur énergie par la respiration, elles ont recouru à la fermentation des glucides en acides lactiques. Suivant les espèces, les monosaccharides sont ensuite catabolisés suivant une de ces deux voies :

II.1. Voie homofermentaire

Cette voie doit convertir au moins 95% du glucose consommé en lactate (acide lactique), et 5% sont converties en d'autres produits secondaires (alcool, aldéhyde, acide acétique et du CO₂). Dans des conditions de croissance non optimales (milieu appauvri en certains sucres, avec des souches mutées). (Rhee et park, 1980 ; Dunand, 1991).

II.2. Voie hétérofermentaire (voie des pentoses phosphates)

Les bactéries lactiques qui fermentent le glucose en produisant, en plus de l'acide lactique, de l'acétate, de l'éthanol et du CO₂, sont dites hétérofermentaires. Les groupes principaux de bactéries présentant ce type de métabolisme sont les Leuconostocs et certains Lactobacilles. Ces microorganismes sont dépourvus d'une FBA (Fructose-1,6-biphosphate Aldolase) et le système de transport PTS (système phosphotransférase) (Thompson et Gentry-Weeks, 1994).



N.B : P : Phosphate

Fig 01 : schéma générale du métabolisme du lactose chez les bactéries lactiques (de vuyst, 2000)

III. Lait fermenté et yaourts

Ils sont obtenus par la multiplication de bactéries lactiques dans une préparation de lait (Boudier, 1990).

III.1. Lait fermenté

Il existe dans le monde une très grande variété de laits fermentés obtenus principalement à partir de lait de vache, mais aussi de lait de chèvre, de brebis, de bufflesse, d'ânesse et de chamelle (Ioones, 1994).

La dénomination (lait fermenté) est réservée aux produits laitiers préparés avec des laits écrémés ou non ou des laits concentrés ou en poudre écrémée ou non, enrichis ou non en constituants du lait, ayant subi un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation,ensemencés avec des micro-organismes appartenants a l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit, la coagulation résulte sous l'action des deux ferments utilisés (Luquet et Curieu, 2005).

III.2. Yaourt

Le yaourt est un produit issu du lait pasteurisé après ensemencement à froid par des bactéries acido-lactiques et en le chauffant à une température de 40°C à 42°C. Après trois heures environ de fermentation le lait caille et se transforme en donnant une consistance légèrement gélatineuse au goût acide et agréablement parfumé (FAO ,1998).

Le yaourt est le plus connu des laits fermentés, produit obtenu grâce à l'action de *Streptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus bulgaricus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé ...)

Les yaourts et de nombreux laits fermentés sont dotés de fonctionnalités bénéfiques pour la santé, liées aux souches bactériennes spécifiques qu'ils contiennent. Ainsi, le yaourt favorise la digestion du lactose et certains laits fermentés, améliore les troubles fonctionnels intestinaux et d'autres peuvent agir sur le système immunitaire. (Bourlioux et *al.*, 2011).

IV. Différents type de lait fermentés

Dans de nombreux pays, le lait fermenté s'inscrit dans une tradition séculaire. Selon le type de fabrication et de ferments utilisés, les produits obtenus peuvent avoir des saveurs et une texture très différentes :

- **lait ribot** (France) : Produit liquide, saveur acidulée et arôme caractéristique.
- **yaourt** (Asie, Balkans) : Produit ferme ou brassé, acide, arôme caractéristique ; *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.
- **Yaourt à base d'autres ferments** : Produit ferme, brassé ou liquide ; *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus* sp.
- **Dahi** (Inde) : Produit ferme, brassé, ou liquide, saveur agréable, acide ou peu ; *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*, *Lactococcus lactis*.
- **dadiah** (dahi indonésien) : *Weissella paramesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Endomyces lactis*.
- **filmjolk** (Suède) : Boisson brassée visqueuse, saveur acidulée ; *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides*.
- **gros lait** (France) : Produit ferme, légèrement visqueux
- **kéfir** (Caucase) : Boisson brassée, consistance crémeuse, arôme et goût caractéristique ; *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactobacillus kefiri*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc* sp. et *Acetobacter*, (*Kluyveromyces marxianus* et *Saccharomyces unisporus*).
- **koumis** (Asie centrale) : Boisson pétillante, acide, goût rafraîchissant et arôme caractéristique *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*.
- **lait à l'acidophilus** (États-Unis) : Produit ferme, brassé ou liquide, faible arôme ; *Lactobacillus acidophilus*.

- **lassi** (Inde) : Boisson laitière aigre diluée à l'eau, salée, épicée ou sucrée ;
Lactococcus subsp, Lactobacillus subsp., Leuconostoc subsp
- **leben** (MaghrebMoyen-Orient) : Produit ferme ou brassé, goût et arôme agréable ; *LactobStreptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus, acillus acidophilus, Lactococcus lactis.*
- **rayeb** (Maghreb) : Lait fermenté entier sans barattage, aspect ferme, saveur acidulée et goût agréable ; *Lactococcus lactis, Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus.* (Joseph A et al, 1992).

V. Différents type de yaourt

Les yaourts sont divisés en trois groupes :

- Yaourt de fermes : la fermentation a lieu en pots après mélange des ingrédients, passage à l'étuvage à 45°C puis en chambre froide pour arrêter l'acidification, ce sont généralement des yaourts naturels et aromatisés.
- Yaourt brassé : la fermentation a lieu en cuves. Le caillé subit un brassage puis un refroidissement avant d'être conditionné en pots qui seront stockés au froid, ce sont généralement des yaourts brassés naturels et aux fruits.
- Yaourt liquide ou à boire : est battu après avoir été brassé puis conditionné et stocké au froid. (Luquet et Corrieu, 2005).

VI. Propriétés physico-chimiques et microbiologiques du yaourt:(DILS (Data Intégration in the Life Sciences), 2007)

- Le yaourt est de couleur fraîche et uniforme, il a un goût franc et un parfum caractéristique. Il est de texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

VII. Technologie de fabrication de yaourt

La figure 2 représente la technologie de fabrication de yaourt.

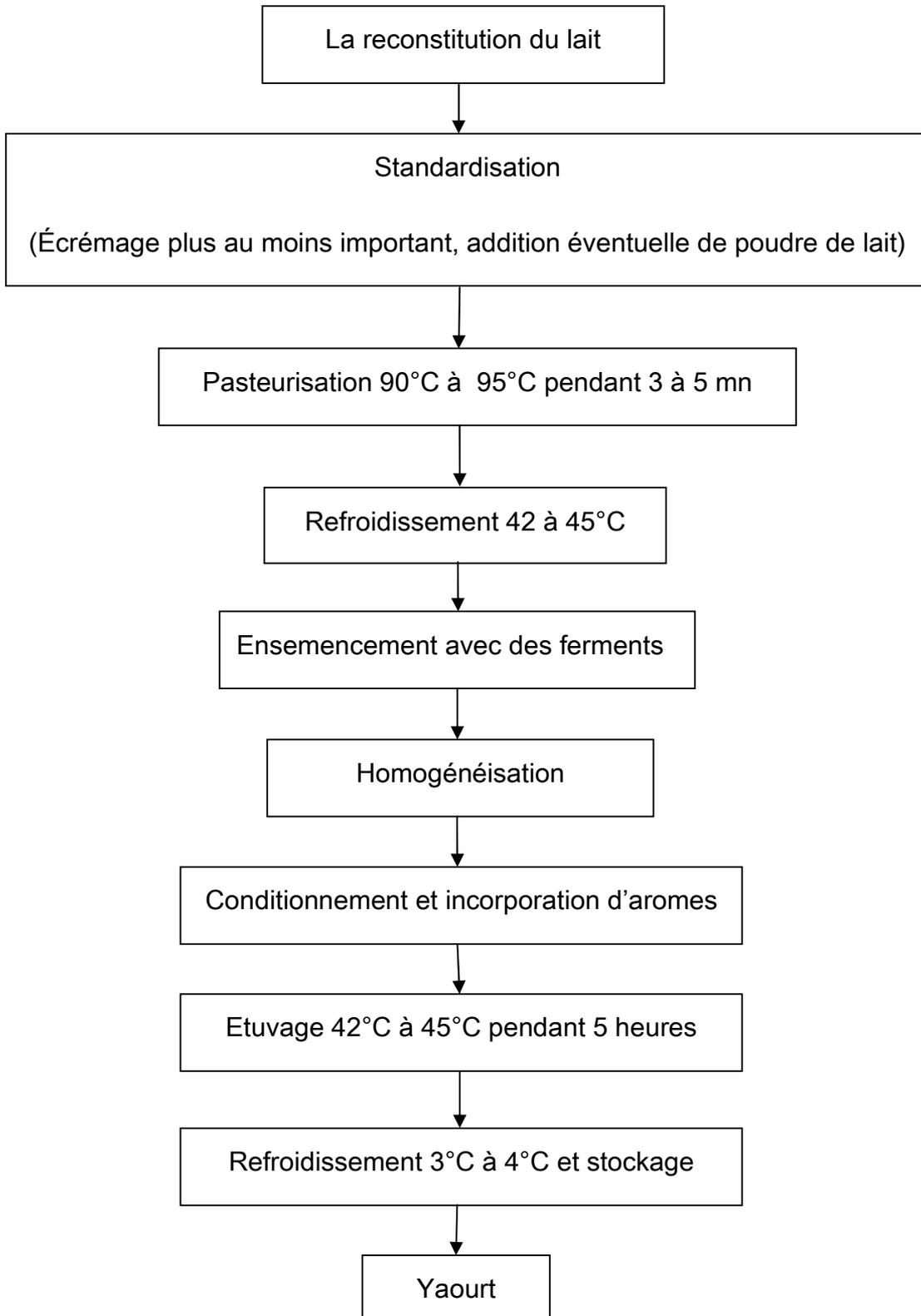


Fig 02 : diagramme de fabrication du yaourt étuvé aromatisé (Loones, 1994).

VIII. Caractère sensoriel du yaourt

L'analyse physicochimique d'un yaourt est bien évidemment incontournable, mais elle est tout à fait insuffisante pour refléter ce que perçoit le consommateur sur le plan sensoriel. Ce dernier est particulièrement sensible à l'aspect, à la texture et au goût. L'analyse sensorielle a pour but de décrire les caractéristiques organoleptiques des produits selon des critères bien définis d'aspect, de texture (texture à la cuillère et texture en bouche), de saveur et d'arômes (Luquet et corrieu, 2005). Les qualités organoleptiques des aliments regroupent les propriétés d'un produit perceptibles par les organes de sens.

L'odeur et l'arôme sont perceptibles par les organes olfactifs. Pour l'arôme « yaourt » l'acétaldéhyde est considéré comme le principal composé d'arôme. (IMHOF et al, 1994).

La saveur correspond à la sensation perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles. Le yaourt est caractérisé par une saveur acide due à la présence d'acide lactique.

La texture est définie comme l'ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit. (Biliaderis et al., 1992).

Un yaourt n'a pas les mêmes caractéristiques sensorielles selon qu'il soit ferme ou brassé, en terme d'aspect, un produit ferme présente une surface hétérogène qu'un produit brassé, et en terme de texture un produit ferme a une texture plus épaisse structurée qu'un produit brassé. (Luquet et corrieu, 2005).

IX. Conservation du yaourt

Sachant que la qualité d'un yaourt est représentée par l'abondance d'une flore lactique acidifiante, on peut affirmer que même après 30 jours de conservation à 6°C, le produit maintient encore favorable ses propriétés biologiques (Lusiani G et al., 1974). Au cours de la commercialisation la température ne doit pas excéder 8°C. A noter que ces températures de stockage empêchent la multiplication bactérienne, elles n'arrêtent pas complètement l'activité métabolique (FAO, 1995).

X. Intérêt nutritionnel du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable.

X.1 Amélioration de l'absorption du lactose

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase. Ça s'explique soit par :

- L'induction par les bactéries vivantes de l'activité lactasique de la muqueuse intestinale.
- La libération du lactose lors de la destruction des bactéries lactiques pendant le transit.

X.2. Amélioration de la digestibilité des protéines

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

X.3. Source de minéraux

Le yaourt représente l'une des meilleures sources de calcium au sujet intolérant au lactose. La présence de différents minéraux tels que le calcium, le fer, le zinc, le manganèse, le cuivre et le phosphate est augmentée dans le yaourt par rapport au lait cru (Robin et Rocky, 2001).

XI. Les deux ferments (souche) du yaourt

XI.1. Streptococcus thermophilus

Streptococcus thermophilus est donc la seule espèce à intérêt industriel et nutritionnel du genre *Streptococcus*. Ses cellules de forme ovoïde, se groupent en longues chaînes, sont homofermentaires et produisent de l'acide lactique L(+). (De Roissart et Luquet, 1994). Elles se caractérisent par l'absence d'antigène connu, par sa température de croissance minimale de 19 à 21°C et optimale de 42 à 43°C, par sa résistance à un chauffage à 60°C pendant 30 minutes, et par son inaptitude à croître en présence de 4% de NaCl et à pH 9,6. (Christiane et Jean-Noël, 2010). *Streptococcus thermophilus* a acquis son individualité taxonomique parce que, tout en possédant peptidoglycane du type L-Lys – L-Ala comme chez *Enterococcus faecalis* et un pourcentage G+C (37-40%) proche de celui des entérocoques et des lactocoques, (De Roissart et Luquet, 1994). son ADN n'hybride ni celui de *Streptococcus lactis* (5-14%) ni celui de *Enterococcus faecalis* (0-8%) (Christiane et Jean-Noël, 2010).

XI.2. *Lactobacillus delbruckii subsp bulgaricus*

Il est donc un bacille à Gram positif, non sporulé, immobile, micro-aérophile, métabolisant un nombre limité de glucides, et incapable de fermenter le galactose. Il se développe à 45°C et à un pH de 7 avec une production uniquement de l'isomère D(-) de l'acide lactique (De Roissart et Luquet, 1994). Son peptidoglycane est de type Lys-Asp, avec un pourcentage de G-C % varie entre 49 et 51% dans lequel il est au moins 10% plus haut que d'autres espèces de ce groupe (Corrieu et Luquet, 2008).

XII. Synergie entre les deux souches

L'association des deux souches du yaourt est dite coopération qui est bénéfique pour les deux espèces. L'existence d'interaction entre ces deux bactéries, stimule la croissance bactérienne, l'acidification et la formation de l'arôme (Accolas et al., 1977; Mahaut et al., 2000). Par leur acidification, ces bactéries ont un effet bénéfique à la fois biologique et nutritionnel. Ceci par des produits secondaires contribuant à la qualité organoleptique et une biodisponibilité améliorée qui est due à l'activité fermentaire (Courtin et al., 2002. Ngounou et al., 2003).

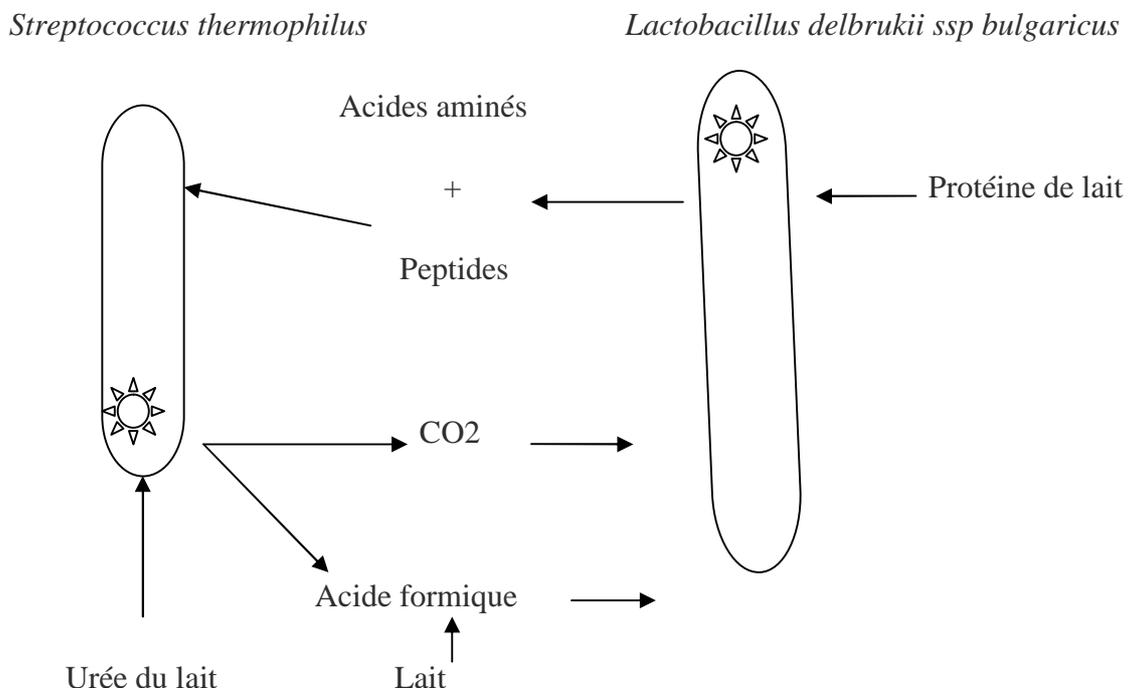


Fig 03 : Schéma des facteurs stimulants la coopération inter espèces (loones, 1994).

Je dédie ce travail :

Je rends grâce à dieu pour tout ce qu'il ma accompli dans ma vie.

*A Mon cher père ABD ELHAMID qui ma beaucoup aidé avec son soutien
tout au long de mes études.*

*A Ma chère mère et mon vrai trésor SALIHA qui ma entourée avec sa
tendresse et qui n'a cessé de prier pour moi.*

A mon frères : MOULOUD

A mes adorables sœurs : LINDA et SAMIA

A toi mon collègue : AMIR BJ

A moi-même

A tous ceux qui ont contribué au bon déroulement de ce mémoire

*A tout mes amis sans exceptions, JAKE, JIGOU, HOCINE, HAFSA,
SALIM, RAHIM, TAYEB et TAMAZIGHT.*

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

°C : Degré Celsius

CO₂ : dioxyde de carbone

°D : Degré Dornic

DILS : Data Integration in the Life Sciences

DLC : Date Limite de Consommation

FAO : Food and Agriculture Organisation

FBA : Fructose-1,6-biphosphate Aldolase

FL : Flore Lactique

g : gram

h : heur

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Lb : *Lactobacillus bulgaricus*

l : litre

ml : milli litre

M17 : Milieu de Tarzaghi

MRS : Man Rogosa Sharp

NaCl : chlorure de sodium

P : phosphore

pH : potentiel d'hydrogène

PTS : phosphotransferase system

St : *Streptococcus thermophilus*

ssp : sous espèce

UFC : Unité Formant Colonies

Liste des abréviations

Liste des figures

Figure 01 : schéma générale du métabolisme du lactose chez les bactéries lactiques.....	4
Figure 02 : diagramme de fabrication du yaourt étuvé aromatisé « Ramdy »	8
Figure 03 : schéma des facteurs stimulants la coopération inter espèces.....	11
Figure 04 : organigramme de la SARL Ramdy.....	13
Figure 05 : Evolution du pH au cours de la maturation du ferment lyophilisé.....	19
Figure 06 : Evolution du pH au cours du stockage pour les deux températures.....	20
Figure 07 : Evolution de l'acidité au cours du stockage pour les deux températures.....	21
Figure 08 : Evolution de la flore lactique, <i>Lactobacillus bulgaricus</i> et <i>Streptococcus thermophilus</i> au cours du stockage.....	22

Liste des tableaux

Tableau I : Les différents genres des bactéries lactiques2

Tableau II : comparaison de l'évolution du pH

Tableau I : Résultats du suivi du pH au cours de la maturation.....**Annexe I**

Tableau II : Résultats du suivi du pH au cours de stockage à T° 6°C et à 22°C.....**Annexe I**

Tableau III : Résultats du suivi de l'acidité titrable au cours de stockage à T° 6°C et à T° 22°C.....**Annexe I**

Tableau IV : Résultats de l'évolution de la croissance de *Lb.bulgaricus* et *St.thermophilus* sur les milieux MRS et M17 respectivement du yaourt au cours de stockage.....**Annexe I**

Tableau I : composition de milieu de culture MRS.....**Annexe II**

Tableau II : composition de milieu de culture M17.....**Annexe II**

Tableau III : composition de milieu de culture Ringer.....**Annexe II**

Introduction.....	1
Synthèse bibliographique	
I. Considération générale sur les bactéries lactique.....	2
I.1. Voie homolactique.....	2
I.2. Voie hétérolactique.....	2
II. Métabolisme des glucides par les bactéries lactiques.....	3
II.1. Voie homofermentaire.....	3
II.2. Voie hétérofermentaire.....	3
III. Lait fermenté et yaourt.....	3
III.1. Lait fermenté.....	3
III.2. Yaourt.....	4
IV. Différents type de lait fermentés.....	4
V. Différents type de yaourt.....	5
VI. Propriétés physico-chimiques et microbiologiques du yaourt:(DILS, 2007).....	5
VII. Technologie de fabrication de yaourt.....	6
VIII. Caractère sensoriel du yaourt.....	7
IX. Conservation du yaourt.....	7
X. Intérêt nutritionnel du yaourt.....	7
X.1 Amélioration de l'absorption du lactose.....	8
X.2. Amélioration de la digestibilité des protéines.....	8
X.3. Source de minéraux.....	8

XI. Les deux fermes (souche) du yaourt.....	8
<i>XI.1. Streptococcus thermophilus.....</i>	<i>8</i>
<i>XI.2. Lactobacillus delbruckii subsp. bulgaricus</i>	<i>9</i>
XII. Synergie entre les deux souches	9

Partie pratique

Matériels et méthodes

I. Historique et organigramme de l'organisme d'accueil.....	
II. Echantillonnage.....	
III. Analyse physicochimique.....	
III.1. Mesure de PH.....	
III.2. Mesure de l'acidité titrable (en DORNIC)	
IV. Analyse sensorielles.....	
IV.1. Analyse du gout.....	
IV.2. Analyse de la texture.....	
IV.3. Test de synérèse	
V. Analyse microbiologique.....	
V.1. Solution mère.....	
V.2. Dilutions décimales.....	
VI. Méthode de dénombrement de la flore lactique.....	
VI.1. Dénombrement de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sur milieu MRS.....	
VI.2. Dénombrement de streptococcus thermophilus sur milieu M17.....	

Résultats et discussions

I)- Résultats d'analyse physicochimique

I. Résultats du suivi du pH au cours de la maturation pour le ferment lyophilisé

I.1. Evolution du pH au cours de la maturation.....

II. Résultats du suivi de l'évolution du pH et d'acidité durant le stockage pour le ferment lyophilisé.....

II.1. Evolution du pH pour la T° 6°C et 22°C

II.2. Evolution de l'acidité pour la T° à 6°C et à 22°C

II)- Résultats d'analyse microbiologique

I. Évolution de la flore lactique, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* au cours du stockage

Conclusion.....

Références bibliographique

Annexes

Le lait est un liquide biologique comestible généralement de couleur blanchâtre, produit par les glandes mammaires des mammifères femelles. Riche en lactose, il est la principale source de nutriments pour les jeunes mammifères avant qu'ils puissent digérer d'autres types d'aliments. Vu que le lait s'altère facilement, des connaissances empiriques ont permis de réaliser des transformations à ce qu'il soit conservé le plus longtemps possible, dont la fermentation est la voie la plus utilisée.

La production des laits fermentés est l'un des procédés les plus vieux utilisés pour augmenter la durée de conservation. L'origine exacte de la fabrication des laits fermentés est difficile à établir mais il est raisonnable de supposer que cela pourrait dater de plus de 10000 ans (Tamine, 2002.,Tamine, 2008). Le passage à l'échelle industrielle n'a vu le jour qu'au début du vingtième siècle, en s'appuyant sur les travaux de la microbiologie (Hermier et *al.*, 1989).

Le yaourt est un lait fermenté très populaire, il est fabriqué essentiellement à l'échelle industrielle, avec la préoccupation principale d'obtenir régulièrement un produit d'excellente qualité (Zouari et *al.*, 1991). Trois facteurs jouent un rôle important dans la qualité du yaourt : le lait utilisé, la technologie de fabrication, et surtout les microorganismes du levain qui appartiennent aux espèces *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* (Desmazeaud, 1989). L'existence d'interaction entre ces deux bactéries, stimule la croissance bactérienne, l'acidification et la formation de l'arôme (Accolas et *al.*, 1977, Mahaut et *al.*, 2000). Par leur acidification, ces bactéries ont un effet bénéfique à la fois biologique et nutritionnel.

L'étude réalisée dans ce mémoire est portée sur le suivi de la croissance de la flore lactique d'un yaourt étuvé aromatisé produit par la laiterie « Ramdy » à 6°C durant la période de stockage (30 jours) en contrôlant la cinétique de croissance des deux espèces *Lactobacillus delbrueckii spp.bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*).

Ce mémoire consiste aussi à la vérification de la possibilité d'un prolongement de la DLC (Date Limite de Consommation) de 10 jours (DLC + 10).

En plus du suivi de la croissance de la flore lactique, une analyse physico-chimique est réalisée, elle a pour but principal : Le suivi de la cinétique de l'acidification et la mesure du pH durant le stockage pour avoir à la fin, un produit fini de bonne qualité.

I. Considération générale sur les bactéries lactique

Les bactéries lactiques sont des cocci ou des bâtonnets, Gram positif, anaérobies mais généralement aérotolérantes, capables de fermenter le carbohydrate en énergie (parada et *al.*, 2007). Ce sont des hétérotrophes et des chimioorganotrophes, immobiles, asporulées et ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les sels, les acides gras, les peptides et les glucides fermentescibles (Dellaglio et *al.*, 1994). On désigne sous le nom de bactéries lactiques, celles dont la fermentation des sucres est faite par deux voies métaboliques : (Dunand, 1991).

I.1. Voie homolactique

Ou il y'a uniquement production d'acide lactique.

I.2. Voie hétérolactique

En plus de l'acide lactique, la bactérie peut produire de l'acide acétique, l'éthanol et du citrate (Yann, 2003).

Tableau I : Les différents genres des bactéries lactiques (Novel, 1993).

Genre	Cellule		Fermentation	ADN G-C %
	Forme	arrangements		
Streptococcus	Coques	Chaines	Homolactiques	34-46
Leuconostoc	Coques	Chaines	Hétérolactiques	36-43
Pediococcus	Coques	Titrade	homolactiques	34-42
lactobacillus	Bacilles	chaines	Homolactiques et hétérolactiques	32-53

Les bactéries lactiques sont présentes dans de nombreux milieux naturels, allant du sol, des plantes en décomposition aux animaux. On les rencontre dans les végétaux (plantes et fruits), chez les humains et les animaux dans les cavités buccales et vaginales et colonisent le tube digestif (Konig et *al.*, 2009).

II. Métabolisme des glucides par les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques nécessitent un environnement adéquat (pH, T°) et différents nutriments tels que (les protéines, les vitamines, les glucides). (Yvette, 2009).

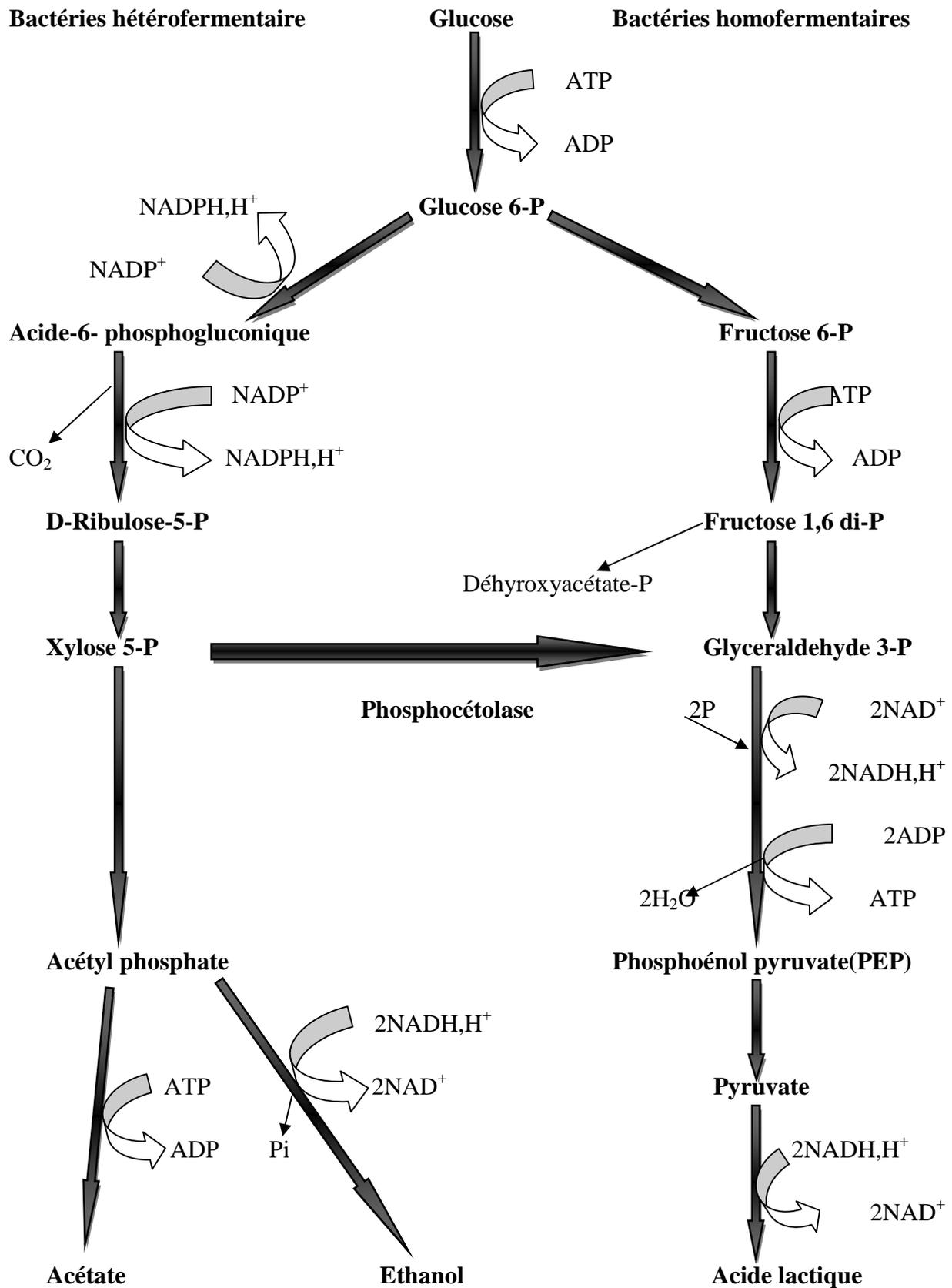
Les bactéries lactiques étant incapables d'obtenir leur énergie par la respiration, elles ont recouru à la fermentation des glucides en acides lactiques. Suivant les espèces, les monosaccharides sont ensuite catabolisés suivant une de ces deux voies :

II.1. Voie homofermentaire

Cette voie doit convertir au moins 95% du glucose consommé en lactate (acide lactique), et 5% sont converties en d'autres produits secondaires (alcool, aldéhyde, acide acétique et du CO₂). Dans des conditions de croissance non optimales (milieu appauvri en certains sucres, avec des souches mutées). (Rhee et park, 1980 ; Dunand, 1991).

II.2. Voie hétérofermentaire (voie des pentoses phosphates)

Les bactéries lactiques qui fermentent le glucose en produisant, en plus de l'acide lactique, de l'acétate, de l'éthanol et du CO₂, sont dites hétérofermentaires. Les groupes principaux de bactéries présentant ce type de métabolisme sont les Leuconostocs et certains Lactobacilles. Ces microorganismes sont dépourvus d'une FBA (Fructose-1,6-biphosphate Aldolase) et le système de transport PTS (système phosphotransférase) (Thompson et Gentry-Weeks, 1994).



N.B : P : Phosphate

Fig 01 : schéma générale du métabolisme du lactose chez les bactéries lactiques (de vuyst, 2000)

III. Lait fermenté et yaourts

Ils sont obtenus par la multiplication de bactéries lactiques dans une préparation de lait (Boudier, 1990).

III.1. Lait fermenté

Il existe dans le monde une très grande variété de laits fermentés obtenus principalement à partir de lait de vache, mais aussi de lait de chèvre, de brebis, de bufflesse, d'ânesse et de chamelle (Iloanes, 1994).

La dénomination (lait fermenté) est réservée aux produits laitiers préparés avec des laits écrémés ou non ou des laits concentrés ou en poudre écrémée ou non, enrichis ou non en constituants du lait, ayant subi un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation,ensemencés avec des micro-organismes appartenants a l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit, la coagulation résulte sous l'action des deux ferments utilisés (Luquet et Curieu, 2005).

III.2. Yaourt

Le yaourt est un produit issu du lait pasteurisé après ensemencement à froid par des bactéries acido-lactiques et en le chauffant à une température de 40°C à 42°C. Après trois heures environ de fermentation le lait caille et se transforme en donnant une consistance légèrement gélatineuse au goût acide et agréablement parfumé (FAO ,1998).

Le yaourt est le plus connu des laits fermentés, produit obtenu grâce à l'action de *Streptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus bulgaricus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé ...)

Les yaourts et de nombreux laits fermentés sont dotés de fonctionnalités bénéfiques pour la santé, liées aux souches bactériennes spécifiques qu'ils contiennent. Ainsi, le yaourt favorise la digestion du lactose et certains laits fermentés, améliore les troubles fonctionnels intestinaux et d'autres peuvent agir sur le système immunitaire. (Bourlioux et *al.*, 2011).

IV. Différents type de lait fermentés

Dans de nombreux pays, le lait fermenté s'inscrit dans une tradition séculaire. Selon le type de fabrication et de ferments utilisés, les produits obtenus peuvent avoir des saveurs et une texture très différentes :

- **lait ribot** (France) : Produit liquide, saveur acidulée et arôme caractéristique.
- **yaourt** (Asie, Balkans) : Produit ferme ou brassé, acide, arôme caractéristique ; *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.
- **Yaourt à base d'autres ferments** : Produit ferme, brassé ou liquide ; *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus* sp.
- **Dahi** (Inde) : Produit ferme, brassé, ou liquide, saveur agréable, acide ou peu ; *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*, *Lactococcus lactis*.
- **dadiyah** (dahi indonésien) : *Weissella paramesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Endomyces lactis*.
- **filmjolk** (Suède) : Boisson brassée visqueuse, saveur acidulée ; *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetyllactis*, *Leuconostoc mesenteroides*.
- **gros lait** (France) : Produit ferme, légèrement visqueux
- **kéfir** (Caucase) : Boisson brassée, consistance crémeuse, arôme et goût caractéristique ; *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactobacillus kefiri*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc* sp. et *Acetobacter*, (*Kluyveromyces marxianus* et *Saccharomyces unisporus*).
- **koumis** (Asie centrale) : Boisson pétillante, acide, goût rafraîchissant et arôme caractéristique *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*.
- **lait à l'acidophilus** (États-Unis) : Produit ferme, brassé ou liquide, faible arôme ; *Lactobacillus acidophilus*.

- **lassi** (Inde) : Boisson laitière aigre diluée à l'eau, salée, épicée ou sucrée ;
Lactococcus subsp, Lactobacillus subsp., Leuconostoc subsp
- **leben** (MaghrebMoyen-Orient) : Produit ferme ou brassé, goût et arôme agréable ; *LactobStreptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus, acillus acidophilus, Lactococcus lactis.*
- **rayeb** (Maghreb) : Lait fermenté entier sans barattage, aspect ferme, saveur acidulée et goût agréable ; *Lactococcus lactis, Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus.* (Joseph A et al, 1992).

V. Différents type de yaourt

Les yaourts sont divisés en trois groupes :

- Yaourt de fermes : la fermentation a lieu en pots après mélange des ingrédients, passage à l'étuvage à 45°C puis en chambre froide pour arrêter l'acidification, ce sont généralement des yaourts naturels et aromatisés.
- Yaourt brassé : la fermentation a lieu en cuves. Le caillé subit un brassage puis un refroidissement avant d'être conditionné en pots qui seront stockés au froid, ce sont généralement des yaourts brassés naturels et aux fruits.
- Yaourt liquide ou à boire : est battu après avoir été brassé puis conditionné et stocké au froid. (Luquet et Corrieu, 2005).

VI. Propriétés physico-chimiques et microbiologiques du yaourt:(DILS (Data Intégration in the Life Sciences), 2007)

- Le yaourt est de couleur fraîche et uniforme, il a un goût franc et un parfum caractéristique. Il est de texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

VII. Technologie de fabrication de yaourt

La figure 2 représente la technologie de fabrication de yaourt.

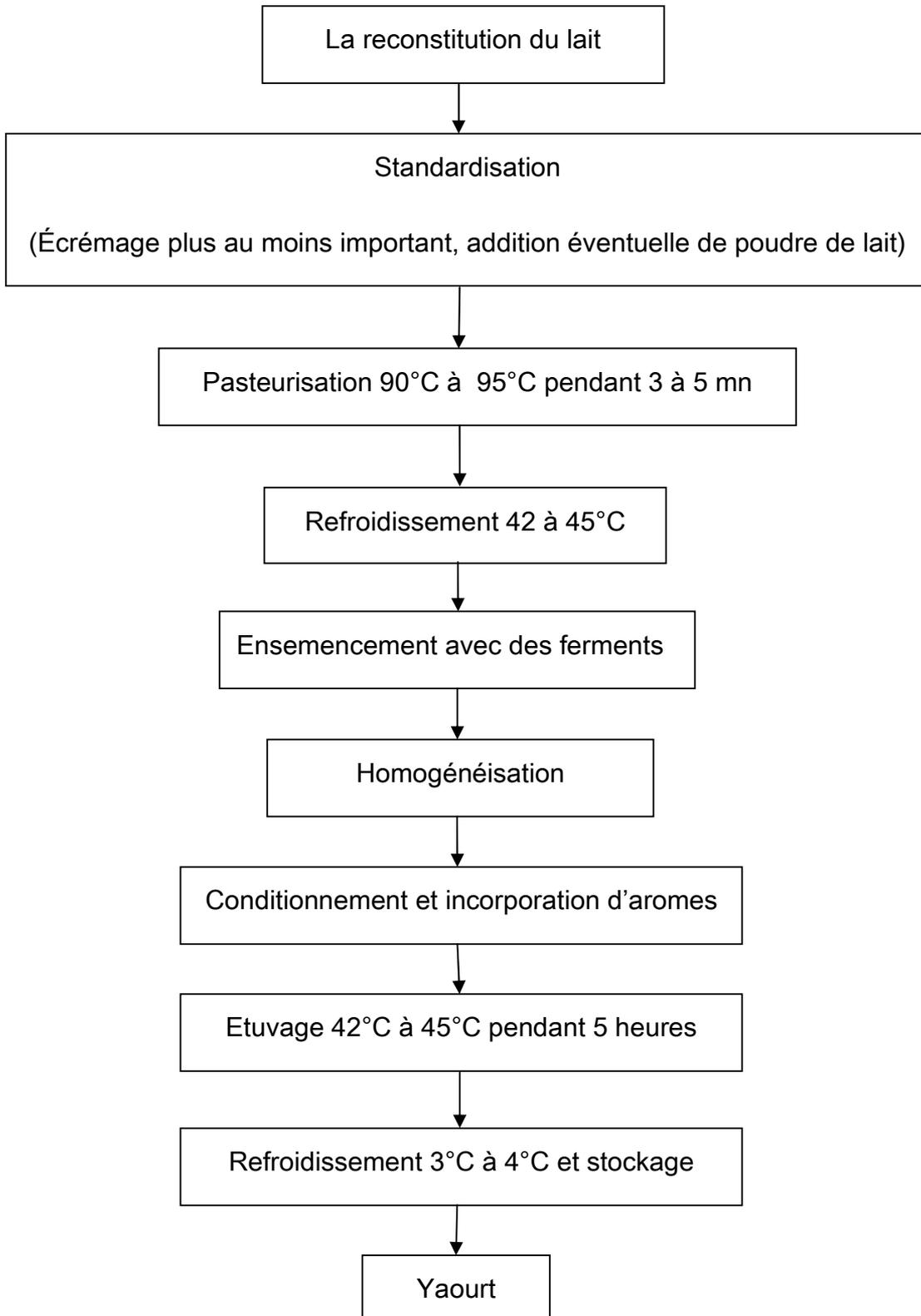


Fig 02 : diagramme de fabrication du yaourt étuvé aromatisé (Loones, 1994).

VIII. Caractère sensoriel du yaourt

L'analyse physicochimique d'un yaourt est bien évidemment incontournable, mais elle est tout à fait insuffisante pour refléter ce que perçoit le consommateur sur le plan sensoriel. Ce dernier est particulièrement sensible à l'aspect, à la texture et au goût. L'analyse sensorielle a pour but de décrire les caractéristiques organoleptiques des produits selon des critères bien définis d'aspect, de texture (texture à la cuillère et texture en bouche), de saveur et d'arômes (Luquet et corrieu, 2005). Les qualités organoleptiques des aliments regroupent les propriétés d'un produit perceptibles par les organes de sens.

L'odeur et l'arôme sont perceptibles par les organes olfactifs. Pour l'arôme « yaourt » l'acétaldéhyde est considéré comme le principal composé d'arôme. (IMHOF et al, 1994).

La saveur correspond à la sensation perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles. Le yaourt est caractérisé par une saveur acide due à la présence d'acide lactique.

La texture est définie comme l'ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit. (Biliaderis et *al.*, 1992).

Un yaourt n'a pas les mêmes caractéristiques sensorielles selon qu'il soit ferme ou brassé, en terme d'aspect, un produit ferme présente une surface hétérogène qu'un produit brassé, et en terme de texture un produit ferme a une texture plus épaisse structurée qu'un produit brassé. (Luquet et corrieu, 2005).

IX. Conservation du yaourt

Sachant que la qualité d'un yaourt est représentée par l'abondance d'une flore lactique acidifiante, on peut affirmer que même après 30 jours de conservation à 6°C, le produit maintient encore favorable ses propriétés biologiques (Lusiani G et *al.*, 1974). Au cours de la commercialisation la température ne doit pas excéder 8°C. A noter que ces températures de stockage empêchent la multiplication bactérienne, elles n'arrêtent pas complètement l'activité métabolique (FAO, 1995).

X. Intérêt nutritionnel du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable.

X.1 Amélioration de l'absorption du lactose

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase. Ça s'explique soit par :

- L'induction par les bactéries vivantes de l'activité lactasique de la muqueuse intestinale.
- La libération du lactose lors de la destruction des bactéries lactiques pendant le transit.

X.2. Amélioration de la digestibilité des protéines

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

X.3. Source de minéraux

Le yaourt représente l'une des meilleures sources de calcium au sujet intolérant au lactose. La présence de différents minéraux tels que le calcium, le fer, le zinc, le manganèse, le cuivre et le phosphate est augmentée dans le yaourt par rapport au lait cru (Robin et Rocky, 2001).

XI. Les deux ferments (souche) du yaourt

XI.1. Streptococcus thermophilus

Streptococcus thermophilus est donc la seule espèce à intérêt industriel et nutritionnel du genre *Streptococcus*. Ses cellules de forme ovoïde, se groupent en longues chaînes, sont homofermentaires et produisent de l'acide lactique L(+). (De Roissart et Luquet, 1994). Elles se caractérisent par l'absence d'antigène connu, par sa température de croissance minimale de 19 à 21°C et optimale de 42 à 43°C, par sa résistance à un chauffage à 60°C pendant 30 minutes, et par son inaptitude à croître en présence de 4% de NaCl et à pH 9,6. (Christiane et Jean-Noël, 2010). *Streptococcus thermophilus* a acquis son individualité taxonomique parce que, tout en possédant peptidoglycane du type L-Lys – L-Ala comme chez *Enterococcus faecalis* et un pourcentage G+C (37-40%) proche de celui des entérocoques et des lactocoques, (De Roissart et Luquet, 1994). son ADN n'hybride ni celui de *Streptococcus lactis* (5-14%) ni celui de *Enterococcus faecalis* (0-8%) (Christiane et Jean-Noël, 2010).

XI.2. *Lactobacillus delbruckii subsp bulgaricus*

Il est donc un bacille à Gram positif, non sporulé, immobile, micro-aérophile, métabolisant un nombre limité de glucides, et incapable de fermenter le galactose. Il se développe à 45°C et à un pH de 7 avec une production uniquement de l'isomère D(-) de l'acide lactique (De Roissart et Luquet, 1994). Son peptidoglycane est de type Lys-Asp, avec un pourcentage de G-C % varie entre 49 et 51% dans lequel il est au moins 10% plus haut que d'autres espèces de ce groupe (Corrieu et Luquet, 2008).

XII. Synergie entre les deux souches

L'association des deux souches du yaourt est dite coopération qui est bénéfique pour les deux espèces. L'existence d'interaction entre ces deux bactéries, stimule la croissance bactérienne, l'acidification et la formation de l'arôme (Accolas et al., 1977; Mahaut et al., 2000). Par leur acidification, ces bactéries ont un effet bénéfique à la fois biologique et nutritionnel. Ceci par des produits secondaires contribuant à la qualité organoleptique et une biodisponibilité améliorée qui est due à l'activité fermentaire (Courtin et al., 2002. Ngounou et al., 2003).

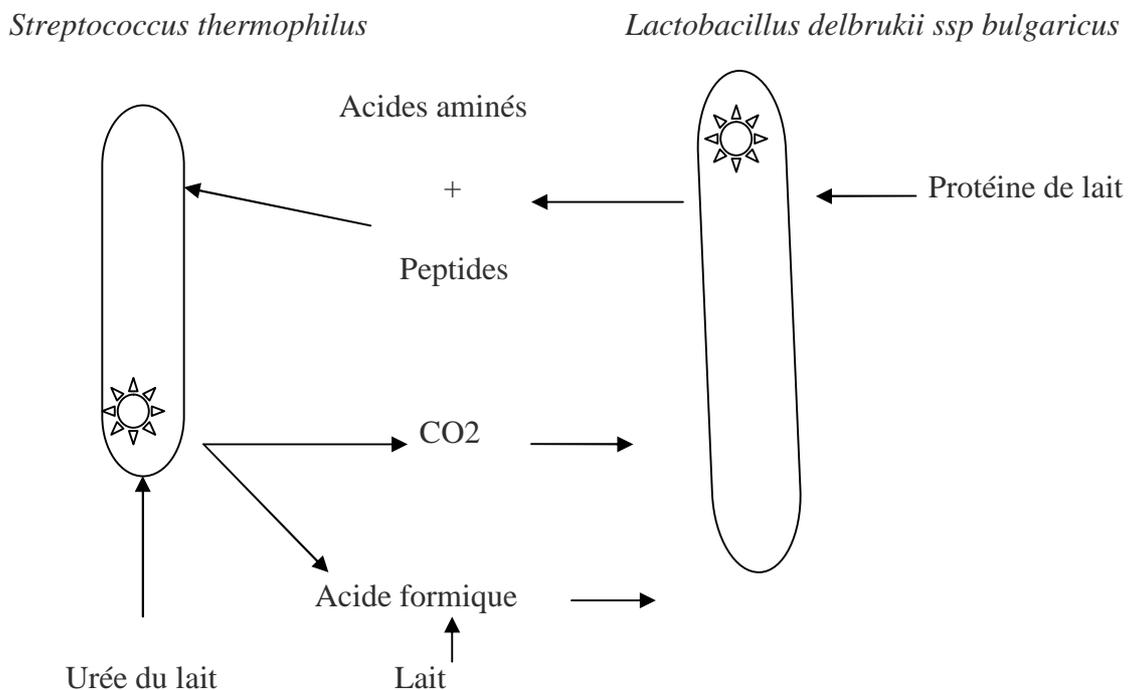


Fig 03 : Schéma des facteurs stimulants la coopération inter espèces (loones, 1994).

I. Historique et organigramme de l'organisme d'accueil

- En 1983, le groupe Batouche a créé une petite unité de fabrication de yaourt dans la région d'Ighzer Amokrane avec une capacité de production de 1000 pots /heure.
- En 1986, l'unité a réussi à acquérir une conditionneuse thermo-formeuse d'une capacité de 4000 pots /heure.
- En 1988, l'entreprise s'est dotée d'un atelier de fabrication de fromage fondu et de camembert.
- En 1991, se fut l'acquisition d'une ligne de production de crème dessert.
- En 1993, une nouvelle conditionneuse est arrivée avec une capacité de 9000 pots/heure.
- En 1995, l'entreprise a acquis deux conditionneuses 12000 et 9000 pots /heure et une remplisseuse de 7000 pots/heure.
- Suite à la création de la zone industrielle d'Akbou en 1996, le groupe Batouche inaugure sa nouvelle unité.
- En 1999, une construction d'une deuxième usine de fabrication des produits laitiers (fromage fondu en portion 8 et 16, fromage à pâte pressée et camembert).
- En 2001, signature de l'accueil de partenariat avec le groupe DANONE avec une participation de 51% dans la société « DANONE DJURDJURA ALGERIE SPA » (DDA).

La marque DANONE a été lancée en Aout 2002.

L'historique de l'organisme d'accueil est retracé comme suit :

- L'Entreprise Ramdy s'est implanté à Akbou (taharacht) avec une superficie de 23977 m².
- Dans une zone industrielle de 50 unités agroalimentaires.
- A quelques dizaines de mètres de la voie ferrée.
- A 60 km de Bejaia.
- A 170 km à l'est de la capitale Alger.

I. Historique et organigramme de l'organisme d'accueil

- En 1983, le groupe Batouche a créé une petite unité de fabrication de yaourt dans la région d'Ighzer Amokrane avec une capacité de production de 1000 pots /heure.
- En 1986, l'unité a réussi à acquérir une conditionneuse thermo-formeuse d'une capacité de 4000 pots /heure.
- En 1988, l'entreprise s'est dotée d'un atelier de fabrication de fromage fondu et de camembert.
- En 1991, se fut l'acquisition d'une ligne de production de crème dessert.
- En 1993, une nouvelle conditionneuse est arrivée avec une capacité de 9000 pots/heure.
- En 1995, l'entreprise a acquis deux conditionneuses 12000 et 9000 pots /heure et une remplisseuse de 7000 pots/heure.
- Suite à la création de la zone industrielle d'Akbou en 1996, le groupe Batouche inaugure sa nouvelle unité.
- En 1999, une construction d'une deuxième usine de fabrication des produits laitiers (fromage fondu en portion 8 et 16, fromage à pâte pressée et camembert).
- En 2001, signature de l'accueil de partenariat avec le groupe DANONE avec une participation de 51% dans la société « DANONE DJURDJURA ALGERIE SPA » (DDA).

La marque DANONE a été lancée en Aout 2002.

L'historique de l'organisme d'accueil est retracé comme suit :

- L'Entreprise Ramdy s'est implanté à Akbou (taharacht) avec une superficie de 23977 m².
- Dans une zone industrielle de 50 unités agroalimentaires.
- A quelques dizaines de mètres de la voie ferrée.
- A 60 km de Bejaia.
- A 170 km à l'est de la capitale Alger.

Echantillonnage

Pour le suivi de la croissance de la flore lactique du yaourt étudié, des échantillons ont été prélevés pour les deux types de ferments : l'échantillon prélevé pour l'analyse doit être le plus représentatif possible du lot.

Notre étude a été effectuée sur le yaourt étuvé aromatisé, les prélèvements ont été réalisés sur une seule production et sur trois niveaux : début, milieu et fin de production avec un total de deux caisses de 64 pots.

À la sortie de la machine conditionneuse, Les échantillons sont mis dans la chambre chaude pour suivre leur maturation (45°C) pendant 5,5 h de maturation, 6 pots sont prélevés à chaque heure.

Puis dans la cellule de refroidissement après la maturation (4°C), 64 pots partagés en deux caisses de même arôme « orange » sont pris et conservés dans la chambre de stockage à 6°C et à 22°C.

II. Analyse physicochimique

C'est un ensemble de tests ayant pour but l'évaluation des caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques d'un produit. Au cours de la maturation du yaourt, les analyses physico-chimiques s'effectuent à chaque heure. Durant le stockage, ces dernières, s'effectuent à chaque trois jours et jusqu'à J+40.

III.1. Mesure de pH

Le pH est l'opposé du logarithme décimal de la concentration en ions d'hydroniums d'une solution aqueuse. Echelle de mesure de l'acidité d'une solution, elle est réalisée à l'aide d'un pH mètre qui doit être préalablement étalonné.

Après avoir étalonné le pH mètre avec les solutions tampons (pH 7 et pH 4), l'électrode du pH mètre est plongée dans la solution à analyser.

III. Mesure de l'acidité titrable (en DORNIC)

L'acidité titrable est la quantité de l'acide lactique contenue dans un litre du lait et dite aussi acidité dornic, exprimé en degré dornic (°D). (Guiraud et Rose, 2004).

Il se base sur le titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (0.1 N) en présence du phénolphtaléine (1%, m/v) comme indicateur de couleur.

10g du yaourt sont versés dans une fiole jaugée à l'aide d'une seringue, 10 ml d'eau distillé sont ajoutés, après avoir bien mélangé, 3 à 4 gouttes de la phénolphtaléine sont ajoutés, puis le titrage est réaliser avec la solution de NaOH jusqu'au virage à la couleur rose pâle persistante.

Les résultats sont exprimés comme suit :

$$L'acidité = 10 \times V \text{ (°D)}$$

V = volume (en ml) de la chute de la burette.

Soit : 1°D= 0.01 g d'acide lactique par 100 g du produit fini.

IV. Analyse sensorielles

IV.1. Analyse du gout

C'est l'appréciation du gout de produit fini de j +1 à j +28 (DLC).

Elle consiste à : boire de l'eau avant la dégustation, ouvrir l'échantillon à analyser, déguster l'échantillon a l'aide d'une cuillère, enfin, boire de l'eau après la dégustation.

IV.2. Analyse de la texture

Il s'agit de la description des caractéristiques de la texture de produit fini de j +1 à j +28 (DLC).

L'analyse est faite comme suit : ouvrir l'échantillon à analyser, enfoncer la cuillère dans le produit, prendre une quantité suffisante du produit pour la déguster puis noter les anomalies relevées en bouche, agiter le produit à l'aide d'une cuillère lentement et marquer les remarques concernant les caractéristiques visuelles de la texture(tableau).

IV. Test de synérèse

Synérèse : une eau constituée de protéines solubles du lait et qui se forme à la surface du produit.

Il s'agit de la Mesure de la quantité de la synérèse formée à l'intérieur du yaourt de j +1 à j +28 (DLC).

Cette mesure est réalisée comme suit : ouvrir l'échantillon à analyser, le volume de la synérèse présent dans le yaourt est versé dans un bécher, à l'aide d'une balance, le volume récupéré est pesé.

Les résultats sont traités comme ci-dessous : (selon la laiterie Ramdy)

- Quand le volume est supérieur ou égal à 3 ml : synérèse excessive.
- Quand le volume est entre 1 ml et 2 ml : synérèse légère.
- Quand le volume est égal à 0 ml : absence de synérèse.

V. Analyse microbiologique

Préparation de l'échantillon et des dilutions :

V.1. Solution mère

Pour les analyses microbiologiques, la solution mère est préparée aseptiquement en introduisant 10 g de produit dans 90 ml de la solution de RINGER (annexes). On homogénéise pendant environ 2minutes. Cette suspension représente alors la solution mère qui correspond à la dilution 10^{-1} (1/10).

V.2. Dilutions décimales

Afin de dénombrer la flore lactique, une série de dilutions décimales est réalisée d'une manière à prélever 1 ml de cette solution mère et l'introduire aseptiquement dans 9 ml de diluant RINGER, on obtient donc la dilution 10^{-2} (1/100), on mélange soigneusement et doucement. On procède de la même façon jusqu'à l'obtention de la dilution 10^{-7} en homogénéisant à chaque dilution.

VI. Méthode de dénombrement de la flore lactique

Le suivi de l'évolution de la croissance des bactéries lactiques sur le taux de croissance des différents ferments utilisés dans le yaourt est effectué par le dénombrement de la flore lactique constituée de deux espèces, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* issues d'un ferment lyophilisé. Le dénombrement est réalisé au cours de la maturation du yaourt durant 40 jours de stockage (j+1, j+7, j+14, j+21, DLC, j+40).

VI.1. Dénombrement de *Lactobacillus bulgaricus* sur milieu MRS

Le milieu MRS (De Man, Rogosa, Sharp), liquide ou gélosé a été proposé initialement pour la culture de lactobacille (Leveau et al., 1994).

La gélose MRS est ensemencée en double couche en masse, à partir des trois dernières dilutions 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} . 1 ml de chaque dilution est introduit dans deux boîtes de pétri, Puis, environ 15 ml de cette gélose est coulée et homogénéisée en faisant des mouvements en huit. On Laisse solidifier environ 15 min, une deuxième couche de 5 ml est ensuite ajoutée afin de créer l'anaérobiose. On Laisse refroidir encore une fois environ 15 min, puis, les boîtes sont mises dans une jarre + CO₂, ensuite, on incube à 37°C pendant 72 heures.

VI.2. Dénombrement de *streptococcus thermophilus* sur milieu M17

La gélose M17 (gélose de Terzaghi) est un milieu permettant le développement des streptocoques (Guiraud, 2003).

La gélose M17 est ensemencée en masse, à partir des trois dernières dilutions 10^{-5} , 10^{-6} et 10^{-7} , 1 ml de chaque dilution est introduit dans deux boîtes de pétri, Puis environ 20 ml de cette gélose est coulée et homogénéisée en faisant des mouvements en huit. On laisse solidifier pendant 15 minutes, ensuite, on incube à 37°C pendant 48 heures.

Après incubation, le comptage des colonies sur les boîtes de pétri est retenus (15 à 300). Le nombre de colonies(en UFC/ml de l'échantillon) est déterminé selon la formule suivante :

$$N = \left[\frac{\sum C}{(n_1 + 0,1 \cdot n_2) \cdot d} \right]$$

$\sum C$: est la somme des colonies comptées sur les boites retenues ;

n_1 : est le nombre de boites comptées à la dilution la plus faible ;

n_2 : est le nombre de boites comptées à la dilution la plus élevée ;

d : est la valeur correspondante à la dilution à partir de laquelle les premiers dénombrement ont été retenus.

Analyse physicochimique

I. suivi du pH au cours de la maturation pour le ferment lyophilisé

I.1. Evolution du pH au cours de la maturation

L'évolution du pH est marquée par la production de l'acide lactique qui est un acide organique produite par des bactéries lactiques en technologie laitière. Cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme agent coagulant et antimicrobien (Schmidt et al., 1994).

Les mesures du pH au cours de la maturation sont prises à chaque heure dans la chambre chaude à une température de 45°C.

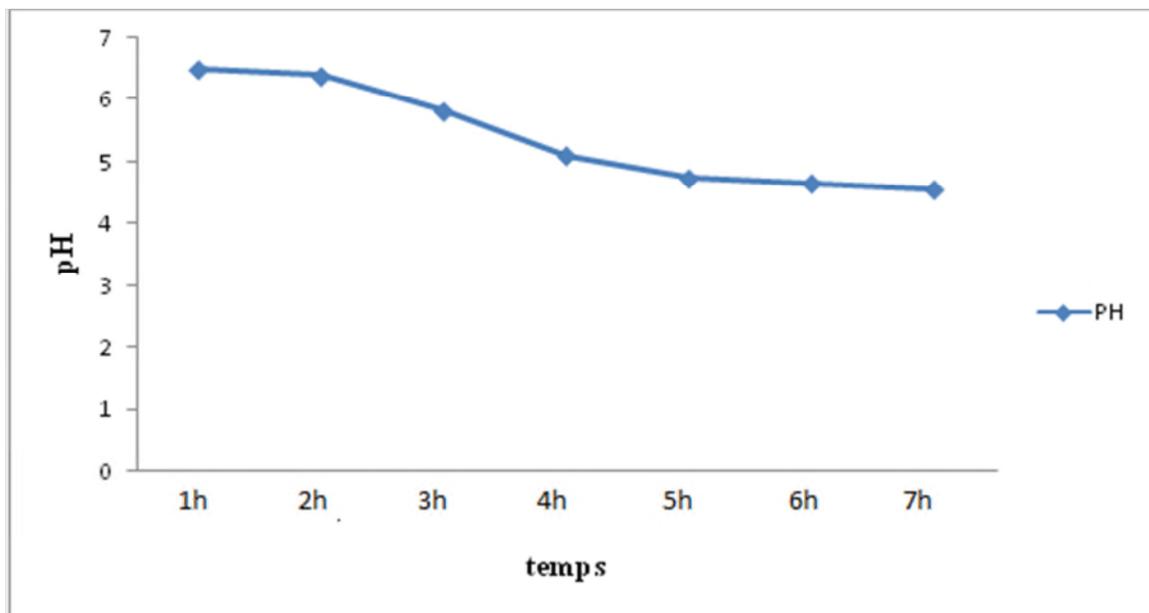


Fig 05 : Evolution du pH au cours de la maturation du ferment lyophilisé.

La figure montre que l'évolution des valeurs du pH au cours de la maturation est caractérisée par une diminution progressive, le pH passe de 6,49 à 4,55 au bout de 6 heures, cette diminution est le résultat d'une production graduelle de l'acide lactique par une réaction catalysée par une lactate déshydrogénase qui transforme le pyruvate en acide lactique à partir du lactose présent dans le lait tout en libérant des protons.

II. Résultats du suivi de l'évolution du pH et d'acidité durant le stockage pour le ferment lyophilisé

Après la maturation du yaourt, au cours de sa conservation à basse température (6°C), l'activité acidifiante des bactéries lactiques se poursuit (Pernoud et al., 2005).

Après l'étude des comportements du yaourt, un suivi de l'évolution du pH et de l'acidité a été réalisé durant le stockage. Afin de vérifier la possibilité de pousser la DLC, une comparaison de deux pots de yaourt a été réalisée, l'un est maintenu à une T° de 6°C et l'autre est maintenu à 22° C au sein de la laiterie « Ramdy », avec un prolongement de stockage jusqu'à 40 jours.

II.1- Evolution du pH pour la T° 6°C et 22°C

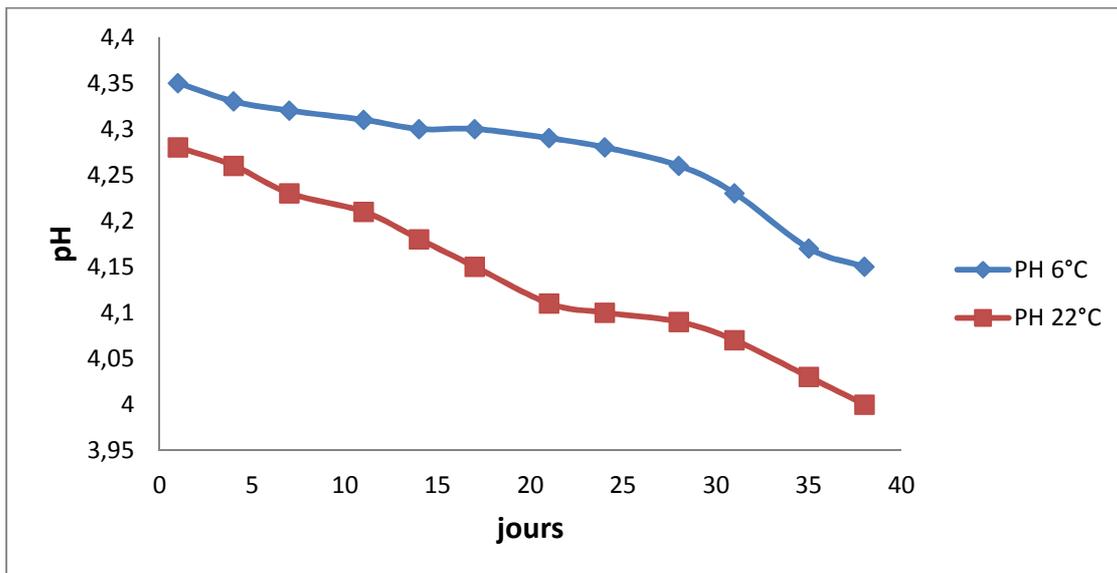


Fig 06 : Evolution du pH au cours du stockage pour les deux températures.

La figure montre que l'évolution des valeurs du pH durant les 17 premiers jours pendant la conservation est caractérisée par une diminution de 4,35 à 4,30 dans le cas de température de 6° C. Pour la température de 22° C, la diminution est plus importante, elle est de 4,28 à 4,11 durant les 21 premiers jours, cette diminution est expliquée par une production d'acide lactique en grande quantité, qui provient de la croissance des deux espèces de bactéries lactiques *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

Une faible diminution du pH a été observée, elle est de 4,30 à 4,23 du 17^{ème} jour à la DLC (Date Limite de Consommation) pour la température de 6° C, et de 4,11 à 4,07 pour la température de 22° C du 21^{ème} jour à la DLC, de sorte que la valeur du pH est comprise entre 4,0 et 4,5. Cette faible diminution est due à l'arrêt de la multiplication des bactéries du yaourt mais elles conservent néanmoins une activité métabolique en ralenti (Loones, 1994). À j +40, le pH diminue jusqu'à 4,15 pour la température de 6° C, et jusqu'à 4,0 pour la température de 22° C.

Les valeurs du pH rapportées par (M^{elle} MENCHALAL Kahina et son binôme M^{elle} BENAMARA Sonia, Promotion 2011), montrent une légère différence avec les résultats obtenus lors de notre présente étude au sein de la laiterie. Le pH décroît de la même manière, les résultats sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II : comparaison de l'évolution du pH

	pH à j+14	pH à j+21	pH à j+28
Nos valeurs	4,3	4,29	4,26
Promo 2011	4,29	4,26	4,23

II.2- Evolution de l'acidité pour la T° à 6°C et à 22°C

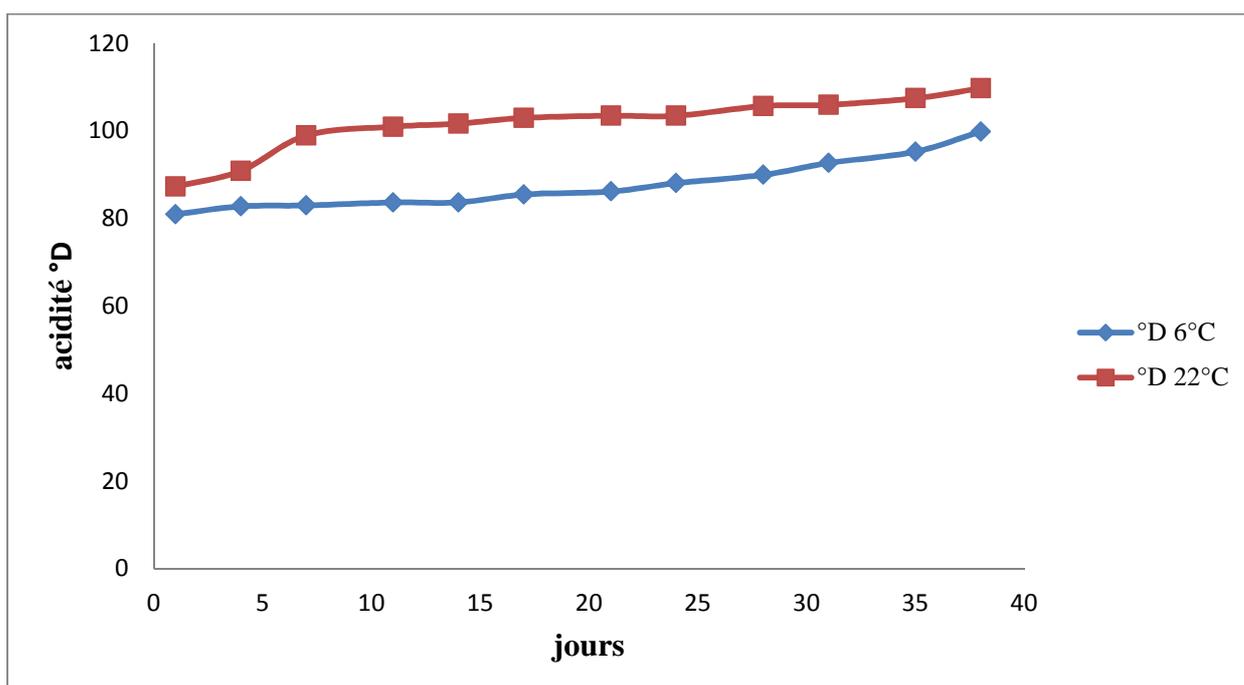


Fig 07 : Evolution de l'acidité au cours du stockage pour les deux températures.

L'acidité augmente progressivement pour les deux températures (6° C et 22° C). La valeur 99° D est atteinte à J+7 à 22° C, tandis que, la même valeur n'est atteinte qu'à J+38 (DLC (Date Limite de Consommation) +10) à 6° C, on constate alors que le taux d'acidité évolue davantage à 22° C qu'à 6° C durant toute la période de stockage, ce qui signifie que les bactéries lactiques produisent de l'acide lactique en grande quantité à 22° C, cela est due à ce que cette température est plus proche aux températures de croissance des bactéries lactiques, selon les travaux de (Christiane et Jean-Noël, 2010, De Roissart et Luquet, 1994) qui ont démontré que les températures optimales de croissance de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont de (42-43° C) et 45° C respectivement.

Résultats d'analyse microbiologique

I. Evolution de la flore lactique, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* au cours du stockage

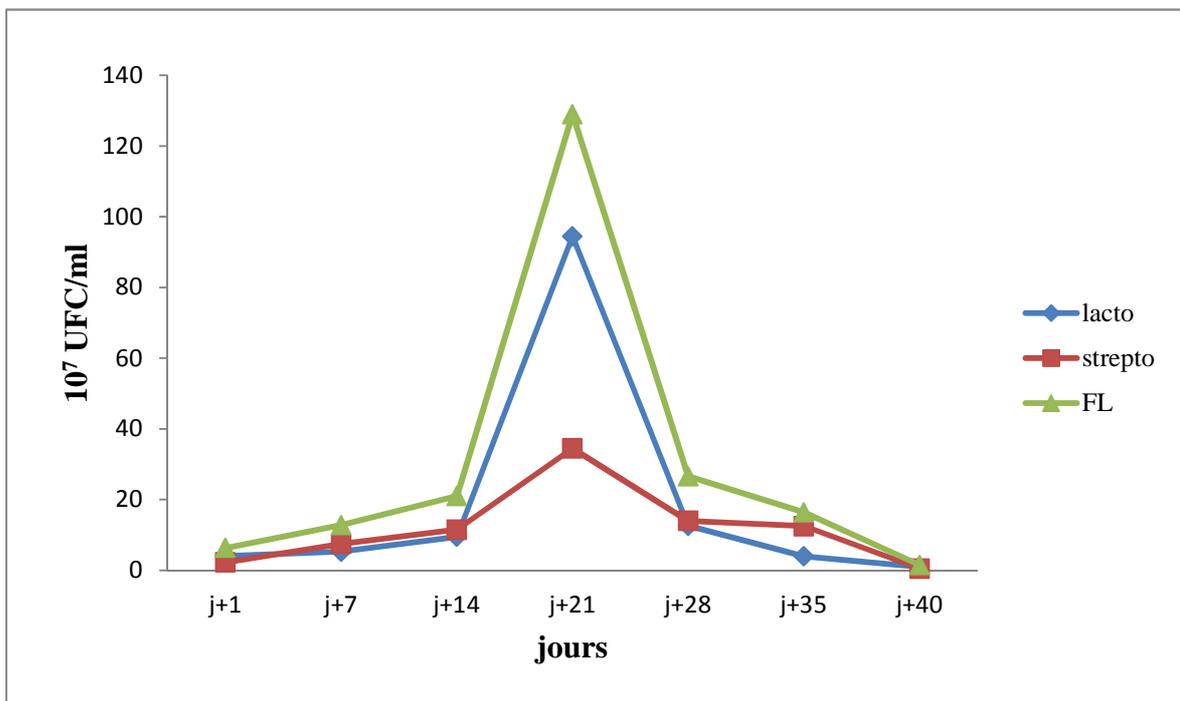


Fig 08 : Evolution de la flore lactique, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* au cours du stockage.

Les streptocoques et les lactobacilles atteignent leurs maximum de croissance à J+21 respectivement, cela est du à la synergie entre les deux souches qui s'effectue d'une manière que les streptocoques croissent en même temps et en parallèle que les lactobacilles.

La croissance de la flore lactique évolue d'une valeur initiale de 0.34×10^7 UFC à J+1 jusqu'à atteindre un taux maximal de 129×10^7 UFC/ml à J+21, cela est du au pH et à la température favorables à la croissance de la flore lactique, et aussi, à la présence des nutriments nécessaires pour la multiplication de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Au delà de J+21, elle diminue jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur de 26.6×10^7 à J+28 DLC (Date Limite de Consommation).

Le taux de la flore lactique diminue jusqu'à 1.5×10^7 à J+40, cette diminution est due à l'accumulation de l'acide lactique vu que l'activité acidifiante des bactéries lactiques se poursuit malgré l'arrêt de la multiplication bactérienne, ce qui inhibe ainsi la croissance de la majorité des bactéries lactiques du yaourt (Schmidt et al, 1994).

Cette diminution est du aussi à un pH défavorable du milieu influençant ainsi la croissance de la flore lactique, et à la production de substances inhibitrices par les bactéries lactiques tel que : les bactériocines (Julliard, 1987).

La figure 07, montre que les deux espèces croissent suivant la même cinétique qui est répartie en deux phases ; pendant la première phase (J+1 à J+21), le taux de croissance des deux souches croit. Celui de *Lactobacillus* est plus important que celui de *Streptococcus*. Durant la deuxième phase (J+21 à J+40), le taux de croissance décroît jusqu'à arrêt de la multiplication bactérienne.

Le pH du milieu a un effet inhibiteur sur les bactéries lactiques et plus particulièrement sur *Streptococcus thermophilus* (Loones, 1994).

Notre travail avait pour objectifs de réaliser un suivi de l'évolution de la flore lactique issue du ferment lyophilisé du yaourt aromatisé « Ramdy » au cours du stockage, conservé à une température de 6° C, ainsi qu'un contrôle des paramètres physicochimiques au cours de la maturation et du stockage, et une vérification de la possibilité de pousser la DLC (Date Limite de Consommation) de dix jours.

D'après l'analyse physicochimique réalisée pour le ferment lyophilisé durant la maturation et le stockage du yaourt, nos résultats montrent que le pH diminue proportionnellement avec le temps, ainsi que l'acidité augmente progressivement et contrairement avec le pH, au cours de la fermentation. La production de l'acide lactique en grande quantité présente un effet inhibiteur sur la croissance de la flore lactique. Ces résultats ont montrés une stabilité et une bonne qualité de notre produit.

D'après les analyses microbiologiques durant le stockage, le suivi de la croissance de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrukii ssp bulgaricus* montre que les deux souches suivent la même cinétique de croissance qui passe par deux phases : augmentation puis diminution, sachant que le taux de croissance des lactobacilles est plus important que celui des streptocoques.

Les résultats microbiologiques et physicochimiques, nous affirment que le yaourt produit est de bonne qualité répondant aux normes.

D'après nos études sur la Date Limite de Consommation, la possibilité de la prolonger de dix jours n'est pas envisageable vu l'influence de certains facteurs tels que la température sur la chaine de froid, de la laiterie au consommateur, et par conséquent, l'instabilité de la qualité organoleptique (gout et texture).

Pour répondre au gout de la clientèle, on souhaite obtenir des yaourts, qui ne s'acidifient pas trop au cours du refroidissement et de la conservation au froid. Il est reconnu que cet objectif n'est pas facilement atteint, Néanmoins, des études plus accentuées peuvent être réalisées afin de prolonger la durée de conservation et de pousser la DLC de 10 jours.

Notre travail avait pour objectifs de réaliser un suivi de l'évolution de la flore lactique issue du ferment lyophilisé du yaourt aromatisé « Ramdy » au cours du stockage, conservé à une température de 6° C, ainsi qu'un contrôle des paramètres physicochimiques au cours de la maturation et du stockage, et une vérification de la possibilité de pousser la DLC (Date Limite de Consommation) de dix jours.

D'après l'analyse physicochimique réalisée pour le ferment lyophilisé durant la maturation et le stockage du yaourt, nos résultats montrent que le pH diminue proportionnellement avec le temps, ainsi que l'acidité augmente progressivement et contrairement avec le pH, au cours de la fermentation. La production de l'acide lactique en grande quantité présente un effet inhibiteur sur la croissance de la flore lactique. Ces résultats ont montrés une stabilité et une bonne qualité de notre produit.

D'après les analyses microbiologiques durant le stockage, le suivi de la croissance de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrukii ssp bulgaricus* montre que les deux souches suivent la même cinétique de croissance qui passe par deux phases : augmentation puis diminution, sachant que le taux de croissance des lactobacilles est plus important que celui des streptocoques.

Les résultats microbiologiques et physicochimiques, nous affirment que le yaourt produit est de bonne qualité répondant aux normes.

D'après nos études sur la Date Limite de Consommation, la possibilité de la prolonger de dix jours n'est pas envisageable vu l'influence de certains facteurs tels que la température sur la chaine de froid, de la laiterie au consommateur, et par conséquent, l'instabilité de la qualité organoleptique (gout et texture).

Pour répondre au gout de la clientèle, on souhaite obtenir des yaourts, qui ne s'acidifient pas trop au cours du refroidissement et de la conservation au froid. Il est reconnu que cet objectif n'est pas facilement atteint, Néanmoins, des études plus accentuées peuvent être réalisées afin de prolonger la durée de conservation et de pousser la DLC de 10 jours.

A

Accolas J-P, Bloquel.R, Didienne.R, Regnier.J, (1977). Propriétés acidifiantes des Bactéries lactiques thermophiles en relation avec la fabrication du yaghourt. INRA Edition, pp 1-23.

Alais C. (1984). Science du lait, principe des techniques lairières, 4 ème édition (Ed-SE Paris). Pris 812 pages.

B

Biliaderis C.G., Khan M.M. et Blani G. (1992). Rheological and sensory properties of yogurt from skim milk and ultrafiltered retentates. International Dairy Journal, 2, 311-323.

Boudier, J. F. (1990). PRODUITS FRAIT. In lait et produits laitier. Vache – Brebis- Chèvre. Luquet, F. M (Eds) Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 35-66.

Bourlieux P, Braesco V, Mater DDG. (2011). Yaourts et autres laits fermentés. In : Cahiers de Nutrition et de Diététique, Volume 46, Issue 6, P 305-314.

C

Christiane J et Jean-noel J. (2010). Microbiologie Alimentaire. Ed : 6, centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine, Bordeaux.

Courtin.P, Monnet.M, Rul.F, (2002). Cell-wall proteinases PrtS and PrtB have a different role in Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus mixed culture in milk. Microbiology, 148, 3413-3421.

D

De Roissart H. et Luquet F.M. (1994). Bactéries lactiques tom I. Ed : Tec et Doc, Lorica. Paris. 604p.

Dellaglio F., de Roissart H., Curk M. c. et Janssens D. (1994). Caractérisation des bactéries lactiques. In : Bactéries lactique Vol 1, de Roissard H et Luquet F.M.. Eds : tec et doc, Lorica, pp. 25-60.

Dellaglio.F,(1989). Les Bactéries lactiques thermophiles. Bulletin Fil, 179,65-71.

Desma Zeaud KJ (1989). Influence des traitements technologiques sur les bactéries lactiques, implication technologiques. In : Les laits fermentés. Actualité de la recherche. John Libbey Eurotext Ltd, London.

Dunaud. (1991). Les levains lactiques. Centre d'enseignement par correspondance. Texel Paris.

F

FAO. (1995). Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine Collection FAO alimentation et nutrition N° 28. Source :

FAO. (1998). Lait et produit laitiers dans la nutrition humaine Collection FAO alimentation et nutrition N° 28.

G

Guiraud J-P et Rose J-P. (2004). Pratique des normes en biologie alimentaire. Ed : AFNOR, Paris. 279p.

Guiraud J-P. (2003). Microbiologie alimentaire. Ed : Dunod. 652p.

H

Helmut konig,, Gottfried Unden,, Jurgen Frohlich (2009). Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine. Springer-verly Berlin Heidelberg.

http://www.fao.org./documents/show_cdr.asp?url_fil=/docrep/T4280F/T4280F0E.HTM

I

IMHOF R., Glattli H. and Bosset J.O. (1994). Vilatile organic aroma compounds produced by thermophilic and mésophilic mixed strain dairy starter cultures. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie, 27, 442-449.

J

Jose luis parada., Carolina Ricoy Caron., Adriane Biomchip Mediros., Carlos Ricardo Saccol (2007). Bacteriocines from lactic acid bacteria : purification, properties and use as biopreservatives. Food Science and technology. Technol. Vol.50 no.3 curitiba May 2007.

Joseph A. Kurmann, Jeremija L. Rasic, Manfred Kroger (1992). Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products: An International Inventory of Fermented Milk, Cream, Buttermilk, Whey, and Related Products. In : Springer Science & Business Media, p 368.

Julliard V., Spinnler H-E., Desmazeaud M-J et Boquien C-V. (1987). Phénomènes de coopération et d'inhibition entre les bactéries lactiques utilisées en industrie laitière. Le lait, 67, pp 149-172.

L

Leveau J-Y., Bouix M et Branger A. (1994). Contrôle et validation des performances des ferments lactiques industriels. In : Bacterie lactique vil II, De Roissart et Luquet F-M.Ed : Lorica, Paris, pp 381-384.

Loones A. (1994). Laits fermentés par les bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques vil II, De Roissart H et Luquet F.M. Ed : Lorica. Paris, pp 37-151.

Luquet, F.M., Corrieu, G (2005). Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris, 307p.

Luquet, F.M., Corrieu, G (2008). Bactéries lactiques de la génétique aux ferments. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed : Lavoisier Tec et Doc, Paris, 307p.

Lusiani G, Salvadori P, Bianchi-Salvadori B. (1974). Evaluations microbiologiques sur le yaourt en rapport avec les temps et les températures de conservation. In : Le Lait, lait. Dairy-journal.org.

M

Mahaut M, Jeantet.R, Brulé G et Schark P (2000). Les produits industriels laitiers.Ed : Tec et Doc, Lavoisier, Paris. 185p.

N

NGOUNOU.C, NDJOUENREU.R, MBOFUNG.F, NOUBLI.I, (2003). Mise en évidence de la biodisponibilité du calcium et du magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolées su lait caillé du zebu. Journal of Food engineering. 57, 301-307.

Novel G. (1993). Les bactéries lactiques. Microbiologie industriel. Ed : Tec et Doc, Lavoisier, Aprica, pp, 170-330.

P

Pernoud S., Schneid-Citrain N., Agnetti V., Breton S., Faurie J.M., Marchal L., Obis D., Oudot E., Paquet D., Robinson T. (2005). Application des bactéries lactiques dans les produits laitiers frais et effets probiotiques. In : Bactéries lactiques et probiotiques. Luquet F-M .Ed : Tec et Doc. 307p.

R

Rhee S.K et Park M.Y. (1980). Effect of Environnemental PM of fermentation balance of lactobacillus bulgaricus. J.BIOTECHNOLOGY. 144 : 217-221.

Robin JN et Rochy A. (2001). Les probiotiques. Centre d'études et de développement de la nutrithérapie : 4 page.

S

Schmidt J-L. Tourneur C et Lenoir J. (1994). Fonction et choix des bactéries lactiques en technologie laitière. In : Bacteries lactiques, vol II, De Roissart H et Luquet F-M. Ed : Loriga, pp 37-54.

T

Tamine AY. (2002). Fermented milk : a historical Food with modern application, a review. Eu.J. clinical Nut., 56(4) : S2-S15.

Tamine AY. (2008). Milk processing and Quality Management. Wiley Blackwel : a historical Food with modern application, a review. *Eu.J. clinical Nut.*, 56(4) : S2-S15.

TOMPSON J ., GENTRY-WEEKS C.R. (1994). Métabolisme des sucres par les bactéries lactiques. In : *Bactéries lactiques* (De Roissart H et Luquet F.M). Loriga. Uriage. 1 : 239-290.

Y

Yann D. (2003). Thèse de doctorat, Production en continu de ferments lactiques probiotiques par la technologie des cellules immobilisées, université de Laval Québec.

Yvette S. (2009). Question sur les bactéries lactiques. Paris.

Z

Zouari A., Roger S., Chabanet C., Desmazeaud MI. (1991). Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. I. souches de *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus*. Elsevier / INRA, vol.71,p. 445-461.

Annexe I

Résultats des analyse physicochimiques et microbiologiques du yaourt étuvé aromatisé « Ramdy ».

➤ **Résultats du suivi des paramètres physicochimiques :**

Tableau I : Résultats du suivi du pH au cours de la maturation.

Temps(h)	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h
pH	6,49	6,38	5,81	5,1	4,73	4,65	4,55

Tableau II : Résultats du suivi du pH au cours de stockage à T° 6°C et à 22°C.

Temps (Jour)	1	4	7	11	14	17	21	24	28	31	35	40
pH à 6°C	4,35	4,33	4,32	4,31	4,30	4,30	4,29	4,28	4,26	4,23	4,17	4,15
pH à 22°C	4,28	4,26	4,23	4,21	4,18	4,15	4,11	4,10	4,09	4,07	4,03	4

Tableau III : Résultats du suivi de l'acidité titrable au cours de stockage à T° 6°C et à T° 22°C.

Temps (Jour)	1	4	7	11	14	17	21	24	28	31	35	40
°D à 6°C	81	82.8	83	83.7	83.7	85.2	86.2	88.1	90	92.7	95.3	99.9
°D à 22°C	87.3	90.9	99	101	101.7	103	103.5	103.5	105.7	106	107.5	109.8

Tableau IV : Résultats de l'évolution de la croissance de *Lb.bulgaricus* et *St.thermophilus* sur les milieux MRS et M17 respectivement du yaourt au cours de stockage.

Temps (Jours)	Dénombrement de colonies (10^7 UFC/ml)		
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus delbrurckii ssp bulgaricus</i>	La flore lactique
1	2,25	4,09	6,34
7	7,5	5,3	12,8
14	11,5	9,5	21
21	34,5	94,5	129
28	14	12,6	26,6
35	12,5	4	16,4
40	0,5	1	1,5

Annexe II

➤ Composition des milieux de culture

Tableau I : composition de milieu de culture MRS

Milieu de Culture	composition	Quantité g/l
MRS	Peptone 1	10
	Extrait de viande	10
	Extrait de levure déshydraté	5
	Glucose	20
	Tween 80 (sorbitanne monoléate)	1 ml
	Hydrogeno-orthophosphate dipotassique(K_2HPO_4)	2
	Acétate de sodium trihydraté ($CH_3CO_2Na_3$)	2
	Citrate d'amoniaque ($C_6H_6O_7 (NH_4)_2$)	2
	Slfate de magnésium heptahydraté ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$)	0,2
	Sulfate de manganèse tétrahydraté ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$)	0,5
	Agar-agar	9-18
	Eau distillée	11
	pH= 5,7	

Tableau II : composition de milieu de culture M17

Milieu de Culture	composition	Quantité g/l
M17	Peptone 1 (hydrolysate tryptique de caséine)	2,50
	Peptone 2 (hydrolysate peptique de viande)	2,50
	Peptone 3 (hydrolysate papaénique de soja)	5
	Extrait de levure déshydraté	2,50
	Extrait de viande	5
	B-glycophosphate (sel disodique) ($C_3H_7O_6PNa_2$)	19
	Sulfate de magnésium heptahydraté ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0,25
	Acide ascorbique ($C_6H_8O_6$)	50
	Lactose	10%
	Agar-agar	9-18
	Eau distillée	950 ml
	pH= 7,2	

Tableau III : composition de milieu de culture Ringer

Milieu de Culture	Composition	Quantité g/l
Liquide Ringer	Bicarbonate de sodium	0,05
	Chlorure de calcium dihydraté	0,06
	Chlorure de potassium	0,076
	Chlorure de sodium	2,25

Annexe III

➤ Matériels et réactifs

I Appareillage :

- L'autoclave** : pour la stérilisation (par la chaleur humide :120°C/20mn ou 125°C/15mn) des équipements en verrerie ainsi que des milieux de culture.
- Bain Marie** : pour liquéfier les milieux de culture.
- Balance de précision** : pour peser des ingrédients de milieux de culture.
- Etuve (37°C)** : pour l'incubation de boitesensemencées.
- Four pasteur** : pour la stérilisation (par la chaleur sèche : 140°C/45mn) des équipements en verrerie (erlènmeyers, tubes et pipettes dans des containers).
- pH-mètre (sympHony)**.
- Plaque chauffantes agitatrice** : faire agiter les milieux de culture durant leur préparation jusqu'à l'ébullition.
- Réfrigérateur** : pour la conservation des milieux de culture.
- Thermomètre** : pour vérifier la température de la chambre chaude, de la chambre froide ainsi que celle de la salle de stockage.

II Equipements :

Anse de platine, bec benzène, boites de pétri, containers pour pipettes, papier aluminium, portoirs, seringues (10ml), spatules de laboratoire, pissette, cuillère, jarre, sachet de CO₂.

III Verreries :

Béchers à différents volumes, burettes, distributeur manuel, entonnoir, erlenmeyers, flacons en verre (250ml), pipetes (1, 2, 5,10 ml), tubes à essai, fioles

IV Réactifs et milieux de culture : Alcool, Eau distillée, milieu MRS, milieu M17, solution d'eau oxygénée (30 %), solution NaOH (1/9 N), solution de Ringer, phénolphtaléine.

Ce travail a pour but d'étudier la cinétique de croissance des bactéries lactiques du yaourt aromatisé fabriqué par « Ramdy » à partir de ferments lyophilisés, il se porte aussi sur une analyse physico-chimique (pH, acidité Dornic) et une évaluation sensorielle de la qualité organoleptique.

Les résultats du suivi de la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* durant toute la période de stockage à 6°C montrent que les deux souches suivent la même cinétique de croissance : un accroissement suivi d'un décroissement, sachant que la croissance des lactobacilles est plus élevée que celle des streptocoques. Les analyses physico-chimiques ont rapportés que le pH diminue progressivement durant la période de maturation et du stockage. Tandis que l'acidité augmente progressivement et elle est inversement proportionnelle au pH qui a un effet inhibiteur sur la croissance de la flore lactique tout en la maintenant à un taux répondant aux normes, assurant ainsi une bonne qualité du yaourt produit.

Mots clés : yaourt aromatisé, ferments lyophilisés, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, Flore lactique.