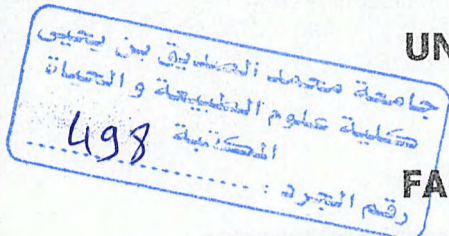


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE JIJEL

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT BIOCHIMIE-MICROBIOLOGIE



CA.01.04

01
23

MEMOIRE

*En vue de l'obtention du Diplôme des Etudes Universitaires Appliquées
Option : contrôle de qualité et analyse*

THEME



Contrôle de la qualité du yaourt étuvé

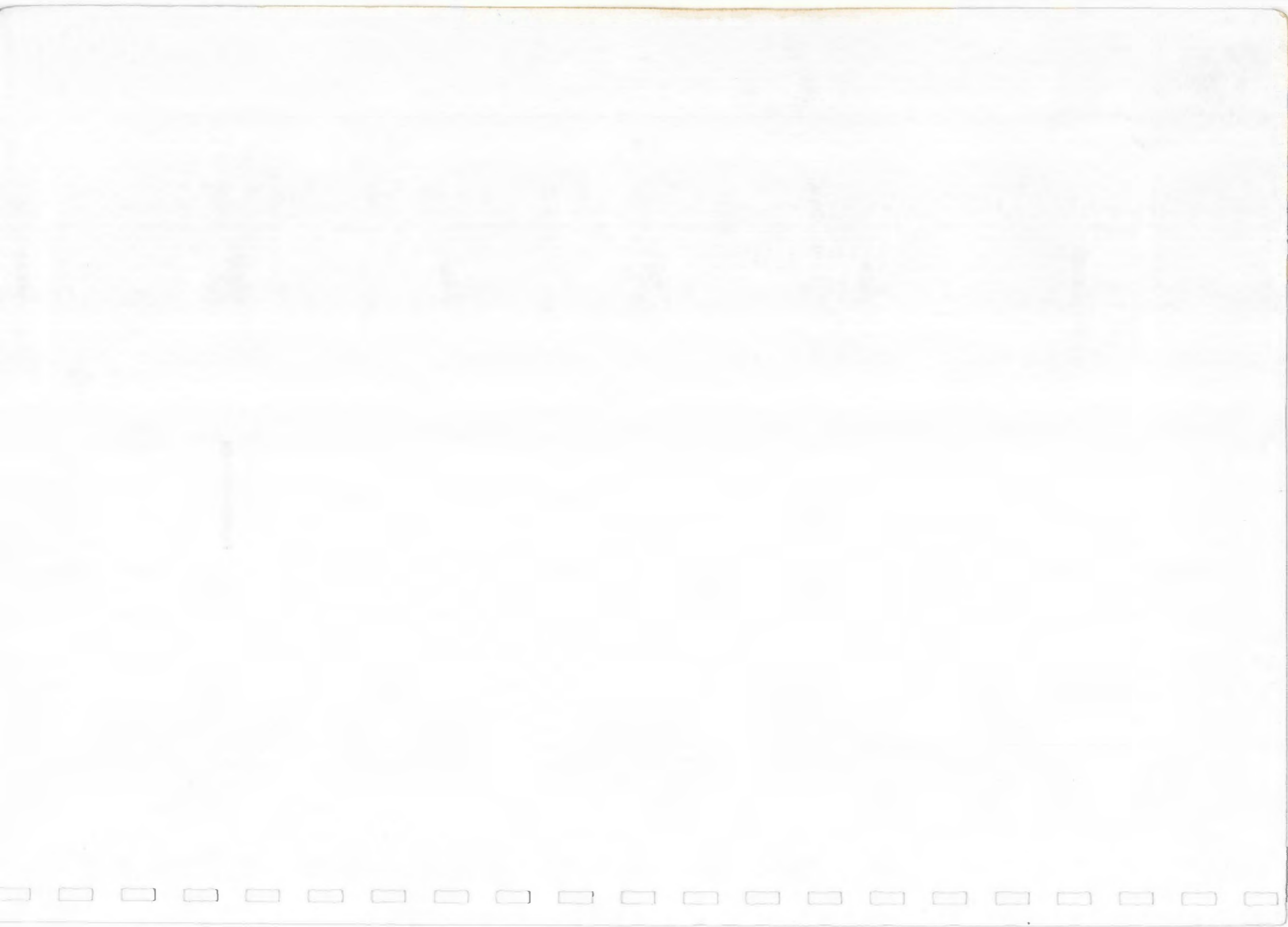
Devent le jury :

Président : M^{elle} ADOUIJ MOUNIRA
Examineur: M^r BOUDJERDA DJAMEL
Encadreur: M^r IDOUI TAYEB
Invité : M^{me} C. MAHMOUDI

Réalisé par :

OTMANI Haroun
BAZIA Mohamed Tahar

Promotion 2004



REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à présenter notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à notre encadreur Monsieur **IDOUI TAYEB** d'avoir proposé et dirigé ce travail.

Nous tenons à remercier M^{me} C.MAHMOUDI et Monsieur DJEZAR MOHAMMED pour les matières premiers et pour nous avoir fait visiter son unité « DIPROLAIT »

Nos remerciements s'adressent :

A toute l'équipe du laboratoire de biologie de l'université de Jijel , et en particulier M^{elle} ZENNIR SOUNIA pour son aide .

A tous les membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

Enfin nous tenons à adresser nos remerciements aux enseignants du département de biologie, qui ont contribué à notre formation.

DEDICACES

JE DÉDIE CE TRAVAIL :

A LA MÉMOIRE DE MON FRÈRE « HOUCINE » QUE SON ÂME
REPOSE EN PAIX.

A MA TRÈS CHÈRE MÈRE.

A MON PÈRE.

A MES FRÈRES ET SŒURS.

A TOUS LES MEMBRES DE LA FAMILLE PETITS ET GRANDS.

A CHIHOUB-A.

A TOUS LES AMIS ET EN PARTICULIER « HAROUN-Z ,ABD
ELJALIL, M- DAHMANI ET H- KINIQUAR ».

A TOUS LES ÉTUDIANTS DE CONTRÔLE DE QUALITÉ ET ANALYSE
DE LA PROMOTION 2004.

HAROUN OTMANI

DEDICACES

Au nom de DIEU je commence.

Cet ouvrage est le fruit d'une expérience et le résultat d'un travail qui a duré pendant trois années d'étude continue.

Je dédie ce petit travail :

A ma famille et surtout ma mère.

A tous qui ma aidé de prés ou des loin pendant la marche éducative, et surtout pour réaliser ce mémoire.

A tous mes amis .

A tous les microbiologistes, particulièrement la promotion de 2001 et 2002 contrôle de la qualité et analyse DEUA.

Enfin il y a longtemps qu'on l'a dit « toute peine mérite salaire » et mon salaire c'est votre satisfaction sur moi.

BAZIA MOHAMED TAHAR

Sommaire

Introduction	01
I.Syntèse bibliographique	
Chapitre I La flore Lactique	
I.1-Définition	02
I.2-Clasificación des bactéries lactiques	02
I.3-La flore lactique thermophile	02
I.3.1- <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i>	02
a- Caractères morphologiques	02
b- Caractères physiologiques.....	02
c- Caractères biochimiques	02
d- Exigences nutritionnelles.....	03
e- Ecologie	03
I.3.2- <i>Streptococcus salivarius</i> subsp <i>thermophilus</i>	04
a- Caractères morphologiques	04
b- Caractères physiologiques.....	04
c- Caractères biochimiques	05
d- Exigences nutritionnelles	05
e- Ecologie	05
I.3.3- Les exigences nutritionnelles du ferment du yaourt	05
a- Exigences en facteurs de croissance azotées.....	05
- Utilisation des acides aminés.....	05
- Utilisation des peptides.....	05
- Utilisation des protéines.....	05
b- Exigences en vitamines	06
c- Exigences en bases azotées	06
I.3.4- La proto-coopération entre <i>St thermophilus</i> et <i>Lb delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i>	07
I.3.5- Intérêts technologiques des deux souches.....	07
a- Aptitude acidifiante.....	07
b- Aptitude aromatique.....	07
c- Aptitude texturante.....	08
d- Aptitude protéolytique.....	08
e- Aptitude antagoniste.....	08
Chapitre II Les levains lactiques	
II.1- Définition	09
II.2- Principaux levains et leur composition	09
II.2.1-Les levains de culture pure	09
II.2.2-Les levains mixte	09
II.2.3-Les levains naturels.....	09
II.3- Production de levains	09
II.4- Différentes formes de levains	09
II.4.1- Cultures liquides	09
II.4.2- Cultures lyophilisées	09
II.4.3- Cultures concentrées.....	10
II.4.4- Cultures concentrées congelées.....	10
II.4.4- Cultures concentrées lyophilisés.....	10
II.5- Choix du levains	10

Chapitre III Le yaourt

III.1- Définition	11
III.2- Classification	11
III.3- La biochimie du yaourt	11
III.3.1- Métabolisme fermentaire du yaourt.....	11
III.3.2- Métabolisme des protéines	12
III.3.3- Métabolisme des lipides	12
III.3.4- Production d'acétaldéhyde.....	12
III.3.5- Production de polysaccharides.....	12
III.4- Technologie de fabrication	14
III.4.1- Préparation et traitement du lait.....	14
III.4.2- Pasteurisation.....	14
III.4.3- Ensemencement.....	14
III.4.4- Etuvage.....	14
III.4.5- Arrêt de la fermentation.....	15
III.4.5- Conditionnement.....	15
III.5- Microbiologie du yaourt	17
III.5.1- Introduction	17
III.5.2- Flore de la fabrication.....	17
III.5.3- Flore de l'altération du yaourt.....	17
-Les coliformes totaux.....	17
-Les coliformes thermorésistants.....	17
-Staphylocoques.....	17
-Salmonelles.....	18
-Levures et moisissures.....	18
III.5.4- Accidents de fabrication.....	18
a- Défaut de goût.....	18
b- Défaut d'apparence.....	18
c- Défaut de texture.....	18
II. Matériel et méthodes	
II.1- Matériel	20
II.1.1- Matériel biologique.....	20
II.1.2- Matériel lauréat.....	20
II.1.3- Les milieux de cultures.....	20
II.1.4- Produits chimiques et réactifs.....	21
II.1.5- Autre matériel.....	21
II.2- Méthodes	21
II.2.1- Détermination de la composition du ferment et étude de quelques aptitudes technologiques du ferment.....	21
II.2.1.1- Préparation des cultures sur bouillon.....	21
II.2.1.2- Purification des cultures sur géloses.....	21
II.2.1.3- Préparation du levain.....	22
II.2.1.4- Préparation des échantillons.....	22
a- Pouvoir acidifiant.....	22
b- Pouvoir texturant.....	25
c- Pouvoir protéolytique.....	25
d- Pouvoir antagoniste.....	25
e- La résistance aux arômes industriels.....	25
f- La résistance aux résidus des antibiotiques.....	25

II.2.2- Analyse.....	26
II.2.2.1-Dosage de l'acidité et mesure du pH.....	26
II.2.2.2-Détermination de la densité du lait.....	26
II.2.2.3-Détermination de la matière sèche du yaourt.....	26
II.2.2.4-Ddétermination de la matière minérale du yaourt.....	26
II.2.2.5-Détermination de la matière organique.....	27
II.2.3-Analyse microbiologique.....	27
II.2.3.1-Echantillonnage et prélèvement	27
II.2.3.2-Examen microscopique.....	27
II.2.3.3-Choix des méthodes.....	27
II.2.3.4-Préparation des dilutions décimales.....	27
II.2.3.5-Les flores recherchées et dénombrées.....	28
II.2.4-Test de dégustation.....	30
II.2.4.1-Condition d'exécution du test.....	30
II.2.4.2-Principe du test.....	30
II.2.5-Traitement statistique.....	30

III. Résultats et discussion

III.1-Analyse des matières premières.....	31
III.1.1-Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait.....	31
III.1.1.1-Paramètres physico-chimiques.....	31
III.1.1.2-Paramètres microbiologiques du lait.....	32
III.1.2-Paramètres microbiologiques de l'eau non traitée.....	33
III.2-Aptitudes technologiques du ferment.....	34
III.2.1-Détermination de la composition du ferment et examen microscopique....	34
III.2.2-Pouvoir acidifiant.....	35
III.2.3-Pouvoir texturant.....	41
III.2.4-Pouvoir protéolytique.....	42
III.2.5-Effet arôme.....	44
III.2.6-Antibiorésistance.....	44
III.2.7-Pouvoir antagoniste.....	50
III.3-Résultats de l'analyse du produit fini.....	51
III.3.1-Analyse physico-chimique.....	51
III.3.1.1-Matière sèche, organique et minérale.....	51
III.3.1.2-Acidité Dornic et pH du produit fini.....	51
III.3.2-Analyse microbiologique du produit fini.....	51
III.3.3-Examen microscopique.....	51
III.3.4-Test de dégustation.....	51

Conclusion générale.....

Annexes.

Références Bibliographiques.

Liste des tableaux

-Tableau 1 : Les différents genres de bactéries lactiques et leurs principales caractéristiques (PILET et <i>al.</i> , 1998).	3
-Tableau 2 : Principaux caractères de <i>Lb delbrueckii</i> subsp <i>thermophilus</i> (SALMINEN et WRIGHT ,1993).....	4
-Tableau 3 : Principaux caractères de <i>St salivarius</i> subsp <i>bulgaricus</i> (SALMINEN et WRIGHT ,1993).....	6
-Tableau 4 : Evolution de la densité, du pH et de l'acidité du lait pasteurisé destiné à la production du yaourt.....	31
-Tableau 5 : Résultats de l'analyse microbiologique du lait destiné à la fabrication du yaourt.....	33
-Tableau 6 : Résultats de l'analyse microbiologique de l'eau.....	34
-Tableau 7 : Evolution de l'acidité et du pH des 2 types de laitensemencé avec trois doses du levain.....	37
-Tableau 8 : Evolution de l'acidité et du pH du laitensemencé avec trois doses de ferment lyophilisé (1 pincée, 2 pincées, 3 pincées).....	39
-Tableau 9 : Production d'exopolysaccharides par le ferment YF-L811.....	41
-Tableau 10 : Résultats de la protéolyse du ferment YF-L811.....	43
-Tableau 11 : Evolution de l'acidité et du pH du lait à 0% et 26% de matière grasse additionné de trois doses d'arômes.	46
-Tableau 12 : Evolution de l'acidité et du pH du ferment en fonction de deux doses de la Gentamicine.....	49
-Tableau 13 : Résultats du pouvoir antagoniste.....	51
-Tableau 14 : Evolution des matières sèche, minérale et organique du produit fini au cours de la conservation.....	52
-Tableau 15 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du produit fini.....	53
-Tableau 16 : Résultats de l'analyse microbiologique du yaourt étuvé.....	54
-Tableau 17:Résultats de l'examen microscopique de la flore du yaourt étuvé.....	55
-Tableau 18 : Résultats de l'analyse sensorielle du yaourt étuvé.	56

Liste des figures

Figure 1 :La fermentation du lactose chez les bactéries lactiques : voie homofermentaire et voie hétérofermentaire.....	13
Figure 2 :Diagramme de fabrication du yaourt, LUQUET, (1990).....	16
Figure 3 :Plan de préparation du levain , des échantillons et la détermination du pouvoir acidifiant.....	23
Figure 4 : L'ensemencement directe du ferment et la détermination du pouvoir acidifiant.....	24
Figure 5 :Evolution de l'acidité du lait pasteurisé destiné à la fabrication du yaourt étuvé.....	31
Figure 6 :Evolution du pH du lait pasteurisé destiné à la fabrication du yaourt étuvé.....	32
Figure 7 :Evolution de la densité du lait pasteurisé destiné à la fabrication du yaourt étuvé.....	32
Figure 8 :Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 dose du levain.....	38
Figure 9 :Evolution de l'acidité du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 dose du levain.....	39
Figure 10 :Evolution du pH du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 doses du levain.....	38
Figure 11 : Evolution du pH du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 doses du levain.....	38
Figure 12 :Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé.....	40
Figure 13 :Evolution de l'acidité du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé.....	40
Figure 14 :Evolution du pH du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé.....	40
Figure 15 :Evolution du pH du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé.....	40
Figure 16 : Pouvoir épaississant.....	42
Figure 17 : Pouvoir Protéolytique sur milieu solide.....	43
Figure 18 : Pouvoir Protéolytique sur milieu liquide.....	43

Figure19: Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes fraise.....	47
Figure 20: Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes banane.....	47
Figure21 : Evolution du pH du lait 0% matière grasse additionné de 3 doses d'arôme fraise.....	47
Figure22: Evolution du pH du lait 0% matière grasse additionné de 3 doses d'arôme banane.....	47
Figure23: Evolution de l'acidité du lait 26% matières grasse additionné de 3 doses d'arômes fraise.	48
Figure24: Evolution de l'acidité du lait26% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes banane.....	48
Figure 25 : Evolution du pH du lait 26% matière grasse additionné de3 doses d'arômes fraise.....	48
Figure 26: Evolution du pH du lait 26% matière grasse additionné de3 doses d'arômes banane.....	48
Figure27: Evolution du pH du ferment en fonction de 2 doses de la Gentamicine (ensemencement directe).....	50
Figure28: Evolution du pH du ferment en fonction de 2 doses de la gentamicine (ensemencement indirecte).....	50
Figure29: Evolution de l'acidité du ferment en fonction de 2 doses de la Gentamicine (ensemencement direct).....	50
Figure30: Evolution de l'acidité du ferment en fonction de 2 doses de la Gentamicine (ensemencement in directe).....	50
Figure 31 : <i>Salmonella</i> en surface +ferment en disques.....	51
Figure 32 : <i>E.coli</i> en surface +ferment en disques.....	51
Figure 33 : Evolution de la matière sèche, minérale et organique du produit fini au cours de la conservation.....	52
Figure34: Evolution du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé.....	53
Figure 35 : Evolution de l'acidité au cours de la conservation du yaourt étuvé.....	53
Figure 36: Evolution de l'aspect et de la texture.....	57
Figure 37 : Evolution de l'odeur et de la saveur.....	57

Introduction :

Les bactéries lactiques sont utilisées dans de nombreux produits laitiers dont les laits fermentés, les fromages et les yaourt. Elles contribuent à la texture, à la saveur des aliments ainsi qu'à la production de composés aromatiques.

Les bactéries lactiques inhibent la prolifération de micro-organismes par la production de composés inhibiteurs tels les bactériocines et par abaissement du pH par la production d'acide lactique.

Actuellement, les industries laitières veillent à l'amélioration de la qualité de leurs produits, en donnant plus d'importance à la qualité des deux matières premières, à savoir le lait et les ferments, toutefois elles veillent sur la qualité sanitaire, outre celle organoleptique afin de satisfaire la clientèle et cela par le contrôle permanent des produits le long de la chaîne de production. C'est dans cette optique que nous nous sommes proposés d'investir nos connaissances.

Notre présent travail se compose de deux parties : Dans un premier temps, on va faire le point de connaissances sur les bactéries lactiques et les levains lactiques d'une part et d'autre part sur le yaourt, sa technologie de fabrication, et son altération, cela constituera notre partie bibliographique.

La seconde partie sera consacrée d'une part au contrôle du lait, de l'eau, de la composition du ferment et de quelques propriétés technologiques à savoir l'aptitude acidifiante, la protéolyse, le pouvoir texturant, la résistance aux résidus des antibiotiques, le comportement vis a vis de deux arômes industriel, et la mise en évidence d'un pouvoir antagoniste vis a vis de deux entérobactéries (*Salmonella* et *E.coli*).

D'autre part on va fabriquer un yaourt étuvé et suivre l'évolution de sa qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique lors de sa conservation.

**Synthèse
Bibliographique**

I- La flore lactique

I.1- Définition :

Les bactéries lactiques sont des cellules procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont Gram+, généralement immobiles, asporulées et ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels, les acides gras et les glucides fermentescibles (DELLAGIO et *al.*, 1994).

I.2-Classification des bactéries lactiques :

La classification des bactéries y compris les bactéries lactiques a connu une évolution remarquable depuis la première classification D'ORLA-JENSEN(1919), qui a été basée sur la nature et le pourcentage d'acide lactique produit, la température de croissance et les exigences azotés.

Il est possible de les classer suivant la nature des produits du métabolisme bactérien obtenus à partir des glucides. En effet les bactéries homolactiques strictes produisent uniquement de l'acide lactique, alors que les bactéries hétérolactiques peuvent produire de l'acide acétique, de l'éthanol et du CO₂, en plus de l'acide lactique (CHAMPAGNE 1998). D'après PILET et *al.*, (1998) on distingue les groupes suivants :

- le genre *Lactobacillus* ;
- le genre *Carnobacterium* ;
- le genre *Lactococcus*, *Vagococcus*, *Streptococcus* et *Enterococcus* ;
- le genre *Pediococcus* et *Tetragenococcus* ;
- le genre *Leuconostoc* et *Oenococcus* ;
- le genre *Bifidobacterium* ;

Les principales caractéristiques de ces genres sont présentées dans le tableau (1).

I.3-La flore lactique thermophile :**I.3.1- *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* :****a- Caractères morphologiques:**

Lactobacillus delbrueckii subsp *bulgaricus* est un bâtonnet fin, parfois incurvé en paire ou en chaîne possédant des granules métachromatiques (LARPENT, 1986).

b- Caractères physiologiques :

Lb bulgaricus est une bactérie lactique thermophile se développant bien à 45-50°C en acidifiant fortement le milieu, elle supporte très bien les milieux acides (pH voisin de 4.5), (VEISSEYRE, 1979). Elle ne se développe pas sur un milieu contenant 2% Na Cl (TERRE, 1986).

c- Caractères biochimiques :

Selon LARPENT, (1991), il s'agit d'un lactobacille homoférentaire, le complexe enzymatique dégradant le lactose comprend une β -galactosidase et une β -D-phosphogalactoside galactohydrolase. Cette espèce n'utilise pas le galactose et préfère le glucose ou le lactose et produit des exopolysaccharides.

d- Exigences nutritionnelles :

Comme toutes les bactéries, *Lb bulgaricus* présente une importante déficience biosynthétique (ACOLLAS,1982).Les glucides, les polyalcools, les hétérosides et certains acides organiques,(Acide citrique, Acide malique) peuvent servir de source d'énergie.

Les *Lactobacilles* ne sont pas capables de synthétiser la plus part des acides aminés dont ils ont besoin, elles sont exigeantes en calcium et en magnésium (LARPENT,1991).

e- Ecologie :

D'après DESMAZEAUD,(1983),cette espèce possède différentes niches écologiques et rarement isolées du lait et produits laitiers ,elle est très rependue dans la nature et dans les végétaux.

D'autres principaux caractères sont présentés dans le tableau (2).

Tableau 1 : Les différents genres de bactéries lactiques et leurs principales caractéristiques (PIET et al.,1998)

Genres	Morphologie	fermentation	T° Opt	Nb Espèces
<i>Lactobacillus</i>	Bacilles	Homofermentaires Ou Hétérofermentaires	Thermophiles Ou Mésophiles	G.I :23 G.II :16 G.III :22
<i>Carnobacterium</i>	Bacilles	Homofermentaires	Mésophiles	6
<i>Lactococcus</i>	Coques	Homoférentaires	Mésophiles	5
<i>Streptococcus</i>	Coques	Homoférentaires	Mésophiles	19
<i>Enterococcus</i>	Coques	Homoférentaires	Mésophiles	13
<i>Vagococcus</i>	Coques mobiles	Homoférentaires	Mésophiles	2
<i>Pediococcus</i>	Coques en tétrades	Homoférentaires	Mésophiles	7
<i>Tetragenococcus</i>	Coques en tétrades	Homoférentaires	Mésophiles	1
<i>Leuconostoc</i>	Coques	Hétéroférentaires	Mésophiles	11
<i>Oenococcus</i>	Coques	Hétéroférentaires	Mésophiles	1
<i>Bifidobacterium</i>	Forme irrégulière	Acide acétique et lactique	Mésophile	25

T°opt : température optimale de développement.

Nb espèces : nombre d'espèces connues.

G : groupe.

Tableau 2 : Principaux caractères de *Lb delbrueckii* subsp *bulgaricus*. (SALMINEN et WRIGHT,1993).

Caractères génotypiques	
-Contenu de l'ADN en G+C (%)	Voisin de 50%
-Homologie des acides nucléiques	<i>Lb delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i> .
Caractères phénotypiques	
-Morphologie	Granules métacromatique abondants dans les cellules de cultures âgées colorées au bleu de méthylène.
-Isomère de l'acide lactique	D(-)
-Groupe sérologique	E
-Exigences nutritionnelles	
Riboflavine (Vit B2)	+
Vitamine B12	-
Pyridoxal	-
-Production du gaz à partir du glucose	-
-Croissance	
à 15°C	-
à 45°C	+
-L'hydrolyse de l'arginine	-
-acide lactique (%) produit dans le lait	≤ 1,8%
-Sucres fermentés	
fructose	+
galactose	+
glucose	+
lactose	+
maltose ,mannitol, mannose	-
tréhalose, saccharose, pentose	-

(-) : Réaction négative pour 90% au plus des souches.

(+) : Réaction positive pour 90% au plus des souches.

D(-) : Dextrogyre négatif.

I.3.2-*Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* :

a- Caractères morphologiques :

St thermophilus se présente sous forme de cellules sphériques ou ovoïdes (0.7 à 0.9µm de diamètre), en paires ou en longues chaînes dans le cas de cultures en pleines croissance, les cultures âgées présentent un polymorphisme accentué (ramification)(TERRE,1986)

b- Caractères physiologiques :

St thermophilus est une bactérie lactique thermophile, se multiplie bien à 37- 40°C , mais se développe encore à 50°C, elle est également thermorésistante (65°C pendant 30

minutes) très sensible à la pénicilline, au Na Cl (2.5-3%) et au saccharose 4%, elle est nettement moins acidifiante que *Lb bulgaricus* (LARPENT,1991).

c- Caractères biochimiques :

Comme *Lb bulgaricus*, il s'agit d'une bactérie homofermentaire, elle dégrade le lactose par une B-galactosidase, le galactose accumulé n'est pas utilisé. Certaines souches synthétisent un exopolysaccharide qui modifie la texture (LARPENT,1991).

Cette espèce est inhibée par de trop fortes concentration de lactate dans le milieu, son activité protéolytique est encore plus réduite que celle de *Lb bulgaricus* (TERRE,1986).

d- Exigences nutritionnelles :

Sur le plan nutritionnel, *St thermophilus* se caractérise par une importante déficiences biosynthétique, de très nombreux facteurs de croissance sont nécessaires à sa multiplication en particulier des acides aminés et des vitamines de groupe B. Elle exige les acides aminés suivants : l'acide glutamique, valine, isoleucine, leucine, histidine, cystine, tryptophane (CHOISY,1978).

e- Ecologie :

C'est une bactérie streptocoque typique du lait et des produits laitiers, et elle est accidentellement isolée d'autres foyers ; on peut l'isoler également du lait chauffé à 45-50°C ou du lait pasteurisé (LEVEAU,1993).

D'autres principaux caractères sont présentés dans le tableau (3).

I.3.3- Les exigences nutritionnelles du ferment du yaourt :

a- Exigences en facteurs de croissance azotés :

- Utilisation des acides aminés :

Les bactéries lactiques exigent la fourniture exogène d'acides aminés pour leur croissance, car elles sont en général incapables d'effectuer la synthèse à partir d'une source azotée minérale simple.

Les exigences en acides aminés des Streptocoques thermophiles sont différentes de celle des lactocoques, ils ont besoin de : acide glutamique, cystine, méthionine et aussi de valine, leucine, de tryptophane ou de tyrosine (LENOIR et al., 1992).

- Utilisation des peptides :

Une fois les acides aminés épuisés, les bactéries lactiques utilisent la fraction non protéique du lait. De nombreux peptides stimulent la croissance et la production d'acide lactique de *St thermophilus*. L'effet stimulant global sur la production d'acide dans le lait obtenu avec un peptide est chez *St thermophilus*, plus bénéfique à la cellule que celui observé avec l'acide aminé fourni seul. Un cas analogue a été mis en évidence chez une souche de *Lactobacillus delbrueckii*. (LENOIR et al., 1992).

- Utilisation des protéines :

Dans le lait, même si les acides aminés de la fraction non protéique étaient utilisés par la cellule, les concentrations de certains seraient encore trop faible pour assurer la croissance des bactéries. En utilisant des protéines marqués C¹⁴*, on a démontré que les lactocoques

étaient donc capables de poursuivre leur croissance en dégradant les protéines du lait (MILLE et THOMAS, 1981).

Tableau 3 : Principaux caractères de *St salivarius* subsp *thermophilus* (SALMINEN et WRIGHT, 1993).

Caractères génotypiques	
-Contenu de l'ADN en G+C (%) -Homologie des acides nucléiques	Voisin de 50% <i>St.salivarius</i> subsp <i>thermophilus</i> >80%
Caractères phénotypiques	
-Morphologie	-cellules sphériques ou ovoïdes en paires ou en longues chaînes, polymorphisme prononcé dans les cellules âgées. L(+)
-Isomère de l'acide lactique	-
-Température de croissance	+
Culture à 10°C	-
Culture à 45°C	+
-thermorésistance à 65°C/30min	+
-croissance en présence de Na Cl à 2%	-
-Group sérologique	Absence d'antigène de group
-Action sur le lait tournesolé	Acidification rapide, coagulation, réduction très lente et souvent incomplète
-Sucres fermentés :	
tréhalose, mannitol	-
fructose, glucose, lactose, sucrose	+
maltose, pentose (xylose et arabinose)	-

(-) : Réaction négative pour 90% au plus des souches.

(+) : Réaction positive pour 90% au plus des souches.

L(+) : Lévygyre positif.

b- Exigences en vitamines :

Vis-à-vis des vitamines, toutes les espèces de lactobacilles présentent une exigence en vitamines, pour *Lb .delbueckii* subsp *bulgaricus*, exige la riboflavines(B2) et la cobalamine (B12).

Les streptocoques thermophiles ont une exigence absolue en acide pantothénique et en riboflavine (LENOIR et al., 1992).

c- Exigences en bases azotées :

Chez les Streptocoques thermophiles, la production d'acide dans le lait peut être stimulée par le mélange : adénine, guanine, uracile et xantine. Dans les milieux synthétiques, les lactobacilles exigent la présence d'adénine, cytidine, de desoxyguanosine, guanine,

les lactobacilles exigent la présence d'adénine, cytidine, de desoxyguanosine, guanine, thymidine et d'uracile. D'autre part, l'acide orotique, est un intermédiaire de la synthèse des bases puriques, est un facteur de croissance pour *Lb.delbrueckii* subsp *bulgaricus*.

I.3.4- La proto-coopération entre *St thermophilus* et *Lb .delbrueckii* subsp *bulgaricus* dans le yaourt :

L'association de souches de *St.thermophilus* et de *Lb.bulgaricus* pour la fabrication du yaourt est l'exemple le plus connu et probablement le plus stable (DESMAZEAUD et HERMIER, 1972).

La coopération se définit comme interaction positive entre les souches (JUILLARD et al.,1987).En culture en association, la coagulation du lait à 45°C est très rapide, elle a lieu en deux à trois heures, alors qu'en culture isolée il faut plusieurs heures.

Il a été établi que *Lb.bulgaricus* stimulait la croissance de *St.thermophilus* par libération d'acides aminés et peptides provenant des caséines, l'action stimulante des acides aminés et peptides conduit lors de la première phase d'incubation à un nombre plus élevé de Stréptocoques thermophiles. Ensuite l'effet inhibiteur de l'acide lactique sur les stréptocoques thermophiles conduit à un rééquilibrage entre les deux espèces(LARPENT,1991).

Selon VEISSEYRE (1979), *St.thermophilus* stimule également *Lb.bulgaricus* en produisant un métabolite qui est l'acide formique.

Certains auteurs ont d'autre part déterminé qu'il existait une stimulation de *Lb.bulgaricus* par le CO₂ produit en quantité relativement faible au cours du développement de *St.thermophilus*.

I.3.5- Intérêts technologiques des deux souches :

a- Aptitude acidifiante :

Dans la fabrication du yaourt, *Lb.bulgaricus* et *St.thermophilus* transforment le lactose en acide lactique, ce qui entraîne une diminution du pH à 4.0 (RONNEGARD et DEJMEK, 1993).

La quantité de l'acide produite avec la coopération entre deux souches du yaourt est plus élevée que celle produite en culture pure des deux ferments. *Lactobacillus bulgaricus* produit généralement l'acide D(-) et *Streptococcus thermophilus* produit la forme L(+). Ainsi, la quantité du L(+) disponible dans le yaourt varie entre 50 et 70% .KUMATH et KANDLER,(1980 in RAMESH et CHANDON,1989).

Lactobacillus delbrueckii subsp *.bulgaricus* est fortement acidifiante, elle produit 1,5 à 1,8% d'acide lactique dans le lait (SALMINEN et WRIGHT, 1993),par contre *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* ne tolère pas une forte acidification, ainsi une production importante d'acide lactique inhibe la croissance de cette espèce (BADECHE,1986).

b- Aptitude aromatisante :

La fermentation lactique par les *Lb.bulgaricus* et *St.thermophilus* libère en plus du lactate, un certain nombre de composés qui sont d'après TERRE (1986) ;l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acide acétique, l'acide formique, l'éthanol, le dioxyde de carbone et l'acétone.

D'après LEVEAU,(1993), l'acétaldéhyde est considérée comme l'arôme majeur du yaourt, il est produit lors de la croissance de *Streptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus bulgaricus*. La production de l'acétaldéhyde est de 24 Mg en culture mixte contre 4 à 10 Mg en culture pure des deux souches.

Chez *Streptococcus thermophilus*, une partie de ce composé pourrait prévenir du pyruvate non transformé en lactate par le lactate déshydrogénase.

Chez *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*, une quantité importante de l'acétaldéhyde dérivée de la thréonine qui peut être directement clivée en glycine et acétaldéhyde par une thréonine aldolase est produite. Le diacétyl et l'acétoïne résultent du métabolisme du *Streptococcus thermophilus* (RAMESH et CHANDON, 1998).

c- Aptitude texturante :

La texture est l'ensemble des propriétés physiques et rhéologiques d'un produit alimentaire perçues par les organes de sens au moment de la consommation (ADRIAN et FRANGUE, 1986).

Dans les laits fermentés, l'acidification provoque la formation d'un caillé plus ou moins ferme selon les bactéries lactiques présentes, il existe une corrélation entre la quantité de polysaccharide produit et la viscosité du lait après culture (PILET et al., 1998).

Pour la fabrication des yaourts brassés, l'onctuosité des produits peut être améliorée en utilisant des souches produisant un épaissement du lait comme les streptocoques qui permettent d'augmenter la viscosité ou l'onctuosité du produit en améliorant sa texture (DESMAZEAUD, 1992).

d- Aptitude protéolytique :

D'après LAVOISIER,(1991) et LEVEAU,(1993), la protéolyse est le fait des enzymes de paroi, mais aussi des protéases et des peptidases intracellulaires libérées par la lyse bactérienne.

Chez *St thermophilus*, DESMAZEAUD et JUGE,(1986 in LEVEAU 1993) ont montré l'existence de deux activités aminopeptidasiques et de trois activités dipéptidasiques dans le cytoplasme.

Les mêmes auteurs rapportent que chez les lactobacilles, les peptidases montrent un spectre d'activité plus large que les lactocoques, récemment une amino-peptidase à spectre d'activité très large a été isolée chez *Lactobacillus bulgaricus*.

e- Aptitude antagoniste :

Selon LAVOISIER,(1991), les bactéries lactiques ont des influences antagonistes par l'excrétion d'acides lactique, d'autres acides organiques, des antibiotiques et bactériocines.

La nisine, polypeptide (PM 3500 Da) produit par *Lactococcus lactis* et la diplococcine considérés comme bactériocines sont des substances inhibitrices. De nombreux d'autres composés de ce type ont été mis en évidence dans les cultures de *St thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* produit une acidophiline, (JUILLARD et al., 1987).

II- Les levains lactiques

II.1- Définition :

Les levains lactiques sont des cultures microbiennes servant à stimuler une fermentation dans un milieu (CHOISY, 1987).

Les bactéries lactiques des levains thermophiles, comme celles des levains lactiques mésophiles ont été utilisées en technologie laitière bien avant qu'on soupçonnant leur existence. Dans la plus part des fabrications, les levains sont constitués de mélange de souches, dans lesquelles interviennent des interactions (DEROISSART et LUQUET, 1993).

II.2- Principaux levains et leur composition :

D'après CHOISY (1987), trois types de levains sont utilisés commercialement :

II.2.1- Les levains de culture pure :

Constitués d'une souche de bactéries lactiques (Streptocoques mésophiles ou thermophiles Leuconostoc, lactobacilles thermophiles). Ces levain sont sensibles aux phages.

II.2.2- Les levains mixtes :

Constitués de mélange de souches sélectionnées les levains mixtes mésophiles sont généralement composés de souches acidifiantes, le plus souvent *St.cremoris* et de souches aromatiques.

II.2.3- Levains naturels :

Communément utilisés en Europe, constitués par des mélanges dont la composition exacte est indéterminée.

II.3- Production de levains :

Le mode classique du production de levain met en œuvre une série de cultures successives avec augmentation progressive du volume de la culture, jusqu'à obtenir le levain proprement dit. Dans les ateliers modernes, les cuves à levain sont maintenant protégées des contaminations ambiantes, germes indésirables et bactériophages, par des filtres stérilisant l'air.

Les préparations concentrées sous forme congelée, permettent d'envisager l'ensemencement direct des cuves de fermentation, ce qui a l'avantage de supprimer la préparation des levains dans l'usine (HERMIER et ACCOLAS, 1989).

II.4- Différentes formes de levains :

Les souches sont livrées sous différentes formes résumées par JEREMIJIA et al., (1978).

II.4.1- Cultures liquides :

Contiennent des micro-organismes actifs capables de croître et se développer rapidement après ensemencement si les conditions de fabrication et de stockage sont respectées. Leur concentration est de l'ordre de 10^9 germes par millilitre, l'inconvénient c'est qu'elles se conserve mal.

II.4.2- Cultures lyophilisées :

Elles sont préparées à base de cultures liquides additionnées d'un substrat protecteur pour congélation suivie d'une sublimation.

L'avantage de cette culture c'est qu'elle se conserve bien en particulier sans réfrigération. La concentration est de 10^9 bactéries/gramme.

II.4.3- Cultures concentrées :

C'est une culture liquide concentrée avec centrifugation, en général elles sont très activées avec une concentration de 10^9 à 10^{10} bactéries/ml.

II.4.4- Cultures concentrées congelées :

Leur préparation se fait en trois phases :

- Culture avec neutralisation de l'acide lactique en continu, on obtient une concentration bactérienne de 10^9 à 10^{10} bactéries/ml.
- Centrifugation en continu pour augmenter la densité bactérienne à 10^{11} bactéries/ml.
- Congélation et conservation à l'état congelé (souches très actives).

II.4.5- Cultures concentrées lyophilisées :

La culture liquide est concentrée par centrifugation puis suivi par une lyophilisation. Leur bonne activité n'exige pas de culture intermédiaire et permet de les inoculer directement dans la cuve du levain.

II.5- Choix du levains :

Selon LARPENT(1991), la sélection des souches pour le yaourt se fera selon les critères suivants :

- Capacité et rapidité de l'acidification aux températures d'incubation (42-45°C) ;
- Acidification pendant le stockage (0-7°C), elle doit être la plus faible ;
- Production de composés aromatiques ;
- Production de substances muqueuses (polysaccharides) qui jouent un rôle dans la viscosité du caillé (yaourt brassé) ;
- Sensibilité aux inhibiteurs de la croissance bactérienne (antibiotiques, phages,...).

III- Le yaourt

III.1- Définition du yaourt :

« Le yoghourt est du lait (généralement du lait de vache) fermenté par *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* dans des conditions définies de durée et de température. Chaque espèce bactérienne stimule la croissance de l'autre, et l'association des produits de leur métabolisme est à l'origine de la texture crémeuse et du léger goût acide qui caractérisent le yoghourt. La fermentation est arrêtée par refroidissement et le produit final, qui contient 100 à 1000 millions de bactéries vivantes par ml, est réfrigéré jusqu'à consommation. Comme tout produit laitier frais, sa durée de conservation est limitée » (FAO/OMS, 1992).

Selon la législation Française, la quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,8 g/100g de yaourt lors de la vente au consommateur (LUQUET, 1990).

III.2- Classification :

Il existe plusieurs types de yaourt : (HERMIER et ACCOLAS, 1989).

- Les yaourts dits traditionnels ou fermes ou étuvés, dont la fermentation à lieu en pots, ce sont généralement des yaourts naturels et aromatisés ;
- Les yaourts à caillé brassé ou yaourt brassé plus liquides dont la fermentation à lieu en cuve avant le conditionnement. Ce sont généralement des yaourts veloutés nature ou à la pulpe de fruits ou yaourt avec morceaux de fruits ;
- Yaourt à boire, boisson au yaourt dilué, yaourts congelés.

D'autre part, selon la matière grasse on distingue les types suivants :

- Yaourt maigre, contenant au maximum 1% de matière grasse ;
- Yaourt partiellement écrémé, contenant entre 1 et 3% de matière grasse ;
- Yaourt entier, contenant au minimum 3% de matière grasse

III.3- La biochimie du yaourt :

La modification la plus importante apparaît le long de la fermentation du yaourt et continue après le refroidissement. L'existence des bactéries vivantes entraîne des modifications, à savoir : la production d'acide lactique, la protéolyse et la production d'acétaldéhyde (RAMESH et CHANDAN, 1989).

La figure 1 illustre les voies de dégradation du lactose.

III.3.1- Métabolisme fermentaire du lactose :

Dans le lait, l'énergie exigée pour la croissance de streptocoque et pour celle de lactobacille est apportée par la fermentation du lactose en acide lactique : à la fin de la fermentation 20 à 30% du lactose ont été transformé en acide lactique, dans les conditions de la pratique industrielle de la fermentation, l'utilisation du lactose emprunte une seule voie métabolique ; il est hydrolysé par une β -D-galactosidase en D-glucose et β -D-galactose, le D-glucose est ensuite transformé suivant la voie glycolytique en acide pyruvique puis en acide lactique, alors que le galactose est excrété et s'accumule progressivement dans le lait, car il est rarement utilisé par les bactéries du yaourt (HERMIER et ACCOLAS, 1989).

Lb bulgaricus produit généralement l'acide lactique D(-) et *St thermophilus* produit la forme L(+) (RAMESH et CHANDAN, 1989). La figure 1 illustre les voies de dégradation du lactose.

III.3.2- Métabolisme des protéines :

Les bactéries lactique sont exigeantes sur le plan nutritionnel, la présence des acides aminés dans le milieu est indispensable (RAMESH et CHANDAN, 1989).

Streptococcus thermophilus a une activité protéinase limitée, au contraire *Lactobacillus bulgaricus* a une activité protéinase importante conduisant à la libération de peptides et des acides aminés dans le milieu, ces derniers seront utilisée par *Streptococcus thermophilus*.

La protéolyse continue pendant la conservation du yaourt (RAMESH et CHANDAN,1989).

III.3.3- Métabolisme des lipides :

Lactobacillus bulgaricus a une activité lipolytique assez importante, *Streptococcus thermophilus* possède aussi une activité lipidique élevée pour tributyrine par rapport aux lipides naturels (RAMESH et CHANDAN, 1989)

III.3.4- Production d'acétaldéhyde :

Les précurseurs de l'acétaldéhyde peuvent être le pyruvate et l'acétyl-CoA, dérivés du métabolisme des sucres, une quantité importante de ce composé dérive de la thréonine qui peut être directement clivée en glycine et acétaldéhyde par une thréonine aldolase.

La méthionine peut aussi être une source interne de thréonine et donc d'acétaldéhyde (NOVEL,1993).

III.3.5- La production de polysaccharides :

Des souches de *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*, après croissance sur le lait sont considérées comme responsables de la viscosité du yaourt obtenu. Cette viscosité est attribuée à la production d'exopolysaccharides (EPS) par les souches utilisées.

Lb bulgaricus produit un EPS soluble en présences de divers substrats carbonés et en phase exponentielle, il serait formé de fructose et de glucose, celui de *St thermophilus* diffère de celui du *Lb bulgaricus*, il a lieu en phase stationnaire de croissance, et il est formé de galactose et du glucose, avec certaines souches de mannose. Des traces de rhamnose, d'arabinose et de xylose sont présentes. Le rendement de la production d'EPS serait limité par la sécrétion d'une glycohydrolase (NOVEL,1993).

Selon les souches, les concentrations produites assez faible varient de 400 à 500 mg/L de lait (DESMAZEAUD,1992).

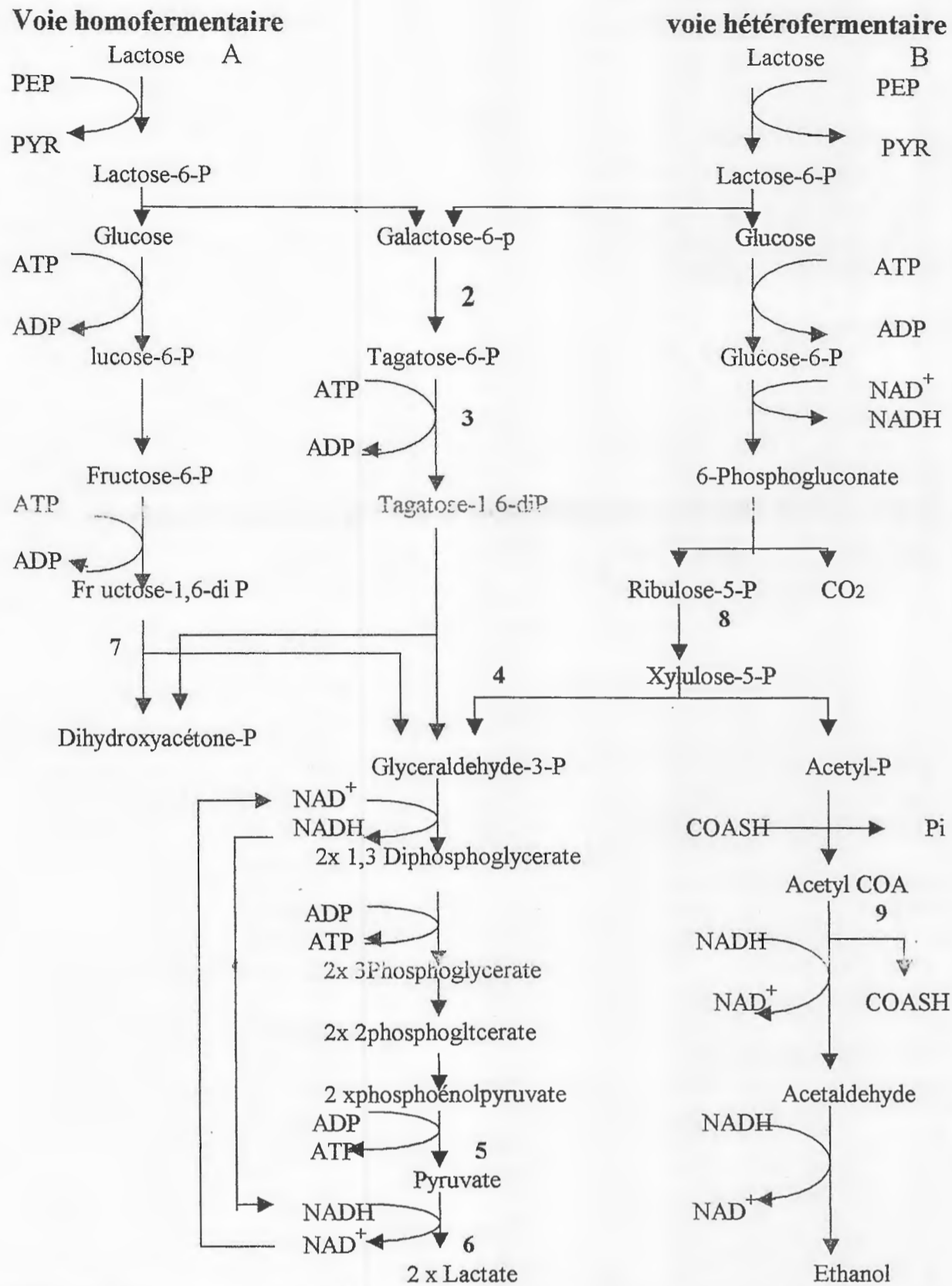


Figure 1: La fermentation du lactose chez les bactéries lactiques : voie homofermentaire et voie hétérofermentaire (NOVEL, 1993).
 (1):phospho-B-Galactosidase;(2):tagatose-6-phosphate isomérase;(3):tagatose-6-phosphate kinase;(4):tagatose-1,6-diphosphate aldolase;(5):pyruvate kinase;(6):lactose déshydrogénase;(7):fructose-1,6-diphosphate aldolase;(8):pentose-5-phosphate céto-lase;(9):éthanol déshydrogénase.

III.4- Technologie de fabrication :

III.4.1- Préparation et traitement du lait :

L'extrait sec du lait de fabrication est un facteur important dans la fabrication, car il conditionne la consistance et la viscosité du produit. Les protéines améliorent la texture, masquent l'acidité ainsi que les matières grasses donnent une saveur plus crémeuse (LUQUET,1990).

L'adjonction de poudre de lait ou la concentration sont les deux manières utilisées pour augmenter l'extrait sec du lait.

L'augmentation du taux de matière sèche via l'ajout de poudre (2 à 3%) ou via l'évaporation (10 à 15% d'évaporation) (ASSCHE,1996).

III.4.2- Pasteurisation :

Le lait enrichi va subir ensuite un traitement thermique à 90-95°C, ce traitement thermique à pour but :

-La destruction éventuelle de certaines substances naturelles en favorisant aussi la croissance de la flore lactique spécifique.

-Favoriser la précipitation d'une fraction des albumines ce qui entraînera une meilleure retentions d'eau et une amélioration de la consistance.

Simultanément à la pasteurisation, on utilise l'homogénéisation.

Ce traitement permet aux yaourts gras (contenant au minimum 3% de matière grasse) une stabilisation de l'émulsion grasse et pour les yaourts maigres (contenant au maximum 1% de matière grasse) améliore la consistance (effet sur la caséine).

L'homogénéisation s'effectue à des températures élevées (85-90°C) avec des pressions d'homogénéisation proche de 250 atmosphère (LUQUET,1990).

III.4.3- Ensemencement :

C'est l'inoculation de deux germes spécifiques du yaourt dont le rapport *Streptococcus/Lactobacillus* 1,2 à 2/1 pour le yaourt nature jusqu'à 10/1 pour le yaourt aux fruits (LUQUET,1990).

La quantité d'ensemencement minimum varie selon la vitalité de cultures entre 0,5 et 1%, la quantité d'ensemencement maximum se situe à environ 5-7% si ces valeurs seront dépasser, l'apport d'acide lactique et de lait caillé peut être trop important (risque de texture granuleuse). De même l'acidification peut être trop rapide (LUQUET,1990).

III.4.4- Etuvage :

Correspond au développement de l'acidité dans le yaourt, la température d'incubation est proche de la température optimale du développement de *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* soit (47-50°C) plutôt qu'une température proche de l'optimum de (42-45°C).

La température voisine de 42-45°C est d'ailleurs la température symbiotique optimum (GUYOT,1992).

Selon KURMANN ,(1992) , la durée d'étuvage varie de 2h30 à 3h30.

III.4.5- Arrêt de la fermentation :

Il est nécessaire de bloquer l'acidification, en inhibant le développement des bactéries lactiques lorsque l'acidité atteint un certain seuil (70-80°D) dans le cas des yaourts étuvés, 100-120°D dans le cas des yaourts brassés pour cela les yaourts sont soumis à un refroidissement (LUQUET,1990).

III.4.6- Conditionnement :

Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types d'emballage : les pots en verre et les pots en plastique (LUQUET,1990).

La figure 2 synthétise les étapes de fabrication des yaourts.



PREPARATION DES LEVAINS

LAIT

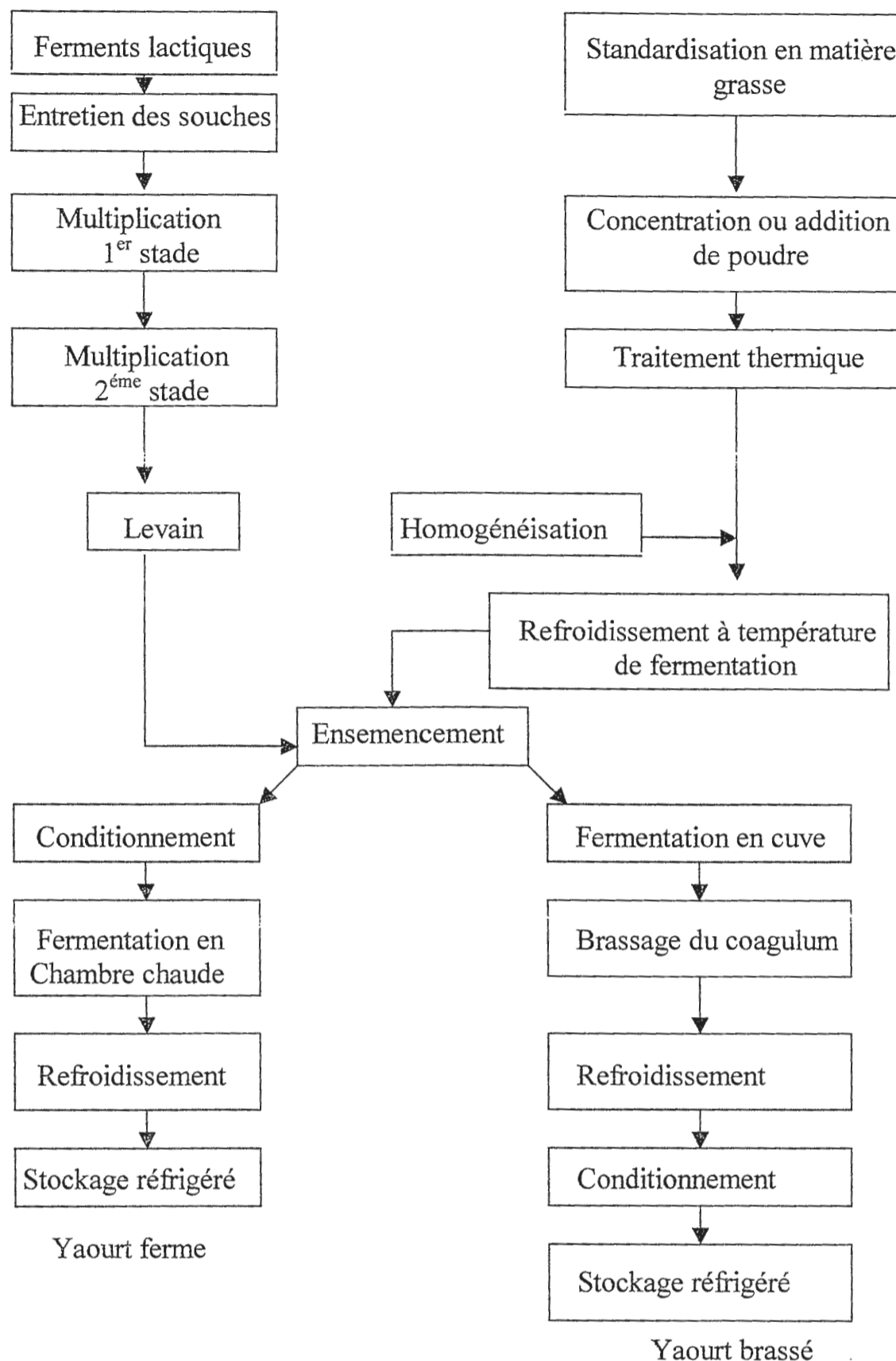


Figure 2: Diagramme de fabrication des yaourts, LUQUET, (1990).

III.5- Microbiologie du yaourt :

III.5.1- Introduction :

Le traitement thermique du lait avant la fabrication étant suffisant pour détruire les microorganismes non sporulés pathogènes ou non, la présence de ces germes dans le yaourt ne peut être qu'accidentelle. Mais il est à noter qu'un yaourt à un pH inférieur ou égal à 4.0 (donc contenant environ 1% d'acide lactique) est un milieu hostile pour les bactéries pathogènes, comme pour la plupart des bactéries indésirables (BOURGEOIS,1996).

III.5.2- Flore de fabrication :

La technologie du yaourt est basée sur la mise en oeuvre simultanée de deux espèces de bactéries lactiques, *St.thermophilus* et *Lb.delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Cependant, la composition du levain est adaptée aux caractéristiques recherchées pour le produit final. Normalement, la synergie entre les deux espèces favorise l'acidification (BOURGEOIS,1996).

III.5.3- Flore de l'altération du yaourt :

D'après GUIRAUD(1998),la flore de contamination est une flore indicatrice d'une mauvaise qualité générale et d'un non respect des « bonnes pratiques ».

La présence de ces microorganismes révèle la probabilité d'une contamination, donc d'une mauvaise qualité hygiénique et constitue souvent une présomption de la présence de microorganismes pathogènes beaucoup plus dangereux, les études les plus fréquents portent sur les flores de contamination fécale.

-Les coliformes totaux :

La numération des coliformes est surtout réalisée dans le cadre de l'analyse de l'eau et de celle des aliments transformés ou elle permet de mettre en évidence un défaut de procès ou de mauvaise condition de fabrication (recontamination).

Les coliformes ne sont généralement pas dangereux de points de vus sanitaires sauf en cas de prolifération extrêmement abondante ou de réceptivité particulière du consommateur (GUIRAUD,1998).

-Les coliformes thermoresistants :

Le dénombrement des coliformes thermorésistants (coliformes fécaux) est un bon indicateur sanitaire, et dans de nombreux cas un assez bon indice de contamination fécale à partir de l'homme et des animaux, ces coliformes qui représentent environ 1% de la flore intestinale (10^8 par gramme de matière fécale) et ne provoquent généralement pas de maladie chez l'homme adulte, sont souvent associés à des entérobactéries pathogènes comme les *Salmonella* et les *Shigella* (GUIRAUD,1998).

-Staphylocoques :

Tous les Staphylocoques présents dans les aliments ne sont pas tous entérotoxiques, certains auteurs recommandent de les considérer comme organismes indicateurs dans les aliments crus, ils peuvent signaler des contaminations humaines par manipulation ou par voie aérienne ou une contamination originelle d'un produit animal. Ce fait permet d'accepter les Staphylocoques en petit nombre dans certains produits et son souvent impliqués dans des intoxications alimentaires (GUIRAUD,1998).

-Salmonelles :

Les Salmonelles sont des entérobactéries très largement répandues dans l'environnement, le nombre de germes nécessaires pour provoquer une infection clinique est très faible (moins d'un par gramme). Les Salmonelles étant des bactéries dangereuses responsables d'un grand nombre de troubles d'origines alimentaires, elles ne doivent pas être présentes dans un aliment (GUIRAUD,1998).

Les Salmonelles sont toujours pathogènes provoquant des gastro-entérites (JOFFIN et JOFFIN,1999).

-Levures et moisissures :

Les levures et les moisissures sont capables de développer dans le yaourt, et constituent une bonne flore indicatrice de la qualité générale. De nombreuses moisissures ne sont pas gênées par l'acidité et disposent avec le saccharose et le lactose résiduels, d'une source abondante d'énergie. Ces moisissures peuvent former une couche de mycélium à la surface du yaourt quand l'emballage reste immobile pendant un certain temps, alors que les levures peuvent se développer à la surface ou dans la masse (GUIRAUD,1998).

III.5.4- Accidents de fabrication :

Selon LAVOISIER et LUQUET, (1990),les défauts rencontrés dans le yaourt sont groupés dans trois catégories : défaut de goût, défaut d'apparence et défaut de texture.

a- Défaut de goût :

- **Une amertume :** qui est due à une trop longue conservation, activité protéolytique trop forte des ferments ou à une contamination par des germes protéolytiques.

- **Goût plat, absence d'arôme :** est due au déséquilibre de la flore : trop de Streptocoques, incubation trop courte ou à trop basse température.

- **Manque d'acidité :** due à un taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte, inhibiteurs dans le lait (ex :antibiotiques,...) , bactériophages.

- **Trop d'acidité :** due à un taux d'ensemencement trop fort, incubation trop longue ou à une température très élevée.

- **Rancidité :**due à une contamination par les germes lipolytiques .

- **Goût du cuit :** due à un traitement trop sévère.

- **Goût gras :** teneur en matière grasse trop élevée.

b- Défaut d'apparence :

- **Décantation, synérèse :** est due à une suracidification ou post-acidification, température trop élevée pendant le stockage, refroidissement trop faible, mauvaise adjonction des fruits ou pulpes de fruits, agitation du yaourt (yaourt ferme).

- **Production du gaz :** contamination par des levures ou coliformes.

- **Des colonies en surface :** contamination par des levures ou des moisissures

**Matériel
Et Méthodes**

Matériel et méthodes

Notre travail a été réalisé dans le laboratoire de microbiologie de la faculté des sciences de l'université de JIJEL.

Une partie de ce travail a été réalisée dans le laboratoire de la yaourterie « DIPROLAIT » de JIJEL.

II.1- Matériel :

Pour réaliser ce travail nous avons utilisé :

II.1.1- Matériel biologique :

-Le ferment : nous avons utilisé le ferment lyophilisé YF-L811, utilisé par la yaourterie « DIPROLAIT » importé de France (Maison CHR-HANSEN), composé de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

-Le lait en poudre : au cours de notre étude, nous avons utilisé deux types de lait 26% et 0% matière grasse.

-Le yaourt étuvé : au cours de notre étude, nous avons fabriqué notre propre yaourt. Le prélèvement pour l'analyse a été réalisé après étuvage à raison de 3 bouteilles par semaine.

-L'eau : nous avons utilisé l'eau destinée à la reconstitution de lait au niveau de la yaourterie

-La gentamicine : deux doses de cet antibiotique ont été utilisées pour tester la résistance du ferment vis-à-vis de tels résidus dans le lait.

-Les arômes : trois doses de chaque type d'arômes (fraise et banane) ont été utilisées pour tester leur effet sur le pouvoir fermentaire.

II.1.2- Matériel humain :

Pour réaliser le test de dégustation, nous avons fait appel à 5 personnes.

II.1.3- Les milieux de cultures :

Nous avons utilisé les milieux de cultures (la composition est décrite en annexe) suivants :

- La gélose MRS de base (MAN-ROGOZA et SHARPE) et celle hypersaccharosée préparée au laboratoire à deux doses de saccharose (10g/L et 16g/L) pour le dénombrement des lactobacilles lactiques.
- La gélose M17 (TERZAGUI et SANDINE) : pour le dénombrement des streptocoques lactiques.
- La gélose OGA (gélose oxytétracycline-glucose) : pour la recherche des levures et moisissures.
- La gélose au desoxycolate 0.1% : pour le dénombrement des coliformes totaux et thermotolerants.
- La gélose Baird parcker : pour la recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*.
- La gélose PCA et TGEA : pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FTAM).
- La gélose YMA (Yeast-Milk-Agar) : préparée au laboratoire à deux doses de lait écrémé en poudre (1g/L et 2g/L) pour la recherche de l'activité protéolytique.

- Bouillon MRS hypersaccharosé préparé au laboratoire à trois doses de saccharose (20g/L, 24g/L et 28g/L de bouillon).
- Le bouillon nutritif : pour la préparation de la culture (inoculum) du ferment.
- Bouillon YMA préparé au laboratoire à trois doses de lait écrémé (1g/L, 2g/L, et 3g/L de bouillon).

II.1.4- Produits chimiques et réactifs :

Au cours de notre étude, nous avons utilisé :

-Phénol phtaléine } pour le dosage de l'acidité lactique.
-soude Dornic (N/9) }

-Fushine } pour réaliser la coloration de GRAM.
-Violet de gentiane }
-Lugol }

-Huile de cèdre

II.1.5- Autre matériel :

Parmi le matériel utilisé on cite :

- Un microscope optique de marque « Olympus ».
- Un PH mètre de marque « HANNA ».
- Un thermolactodensitomètre : pour la détermination de la densité du lait.
- Balance électronique de marque « KERM442-43 ».
- Etuve de marque « MEMMERT ».
- Un four pasteur de marque « Controls » pour l'évaporation des échantillons du yaourt lors de la détermination de la matière sèche et minérale.
- Compteur de colonies de marque « Biblock ».

II.2- Méthodes :

II.2.1- Détermination de la composition du ferment et étude de quelques aptitudes technologiques du ferment :

II.2.1.1- Préparation des cultures sur bouillon :

Pour préparer ces cultures, nous avonsensemencé à partir du ferment lyophilisé, deux tubes de bouillon nutritif, et deux tubes de bouillon M17, qui constituent l'inoculum destiné à l'étude des propriétés technologiques.

Après incubation à 42°C/24H nous avons procédé à un examen microscopique. (voir annexe).

II.2.1.2- Purification des cultures sur géloses :

A partir des deux tubes de bouillon M17, nous avonsensemencé une boîte de gélose M17, et une autre de gélose MRS, et à partir des tubes de bouillon nutritif nous avonsensemencé deux boîtes de gélose nutritive, après incubation à 42°C/24H, nous avons procédé à un examen microscopique pour déterminer la composition du ferment

II.2.1.3- Préparation du levain : (LARPENT,1991).

Pour préparer le levain, nous avons reconstitué deux types de lait (26% et 0% matière grasse), à raison de 140g/L, additionné de 120g/L de saccharose, le tout a été porté à la pasteurisation à 80°C pendant 15 minutes, après refroidissement à 42°C, une pincée (0.15g) de ferment lyophilisé a été introduite dans 100 ml de chaque type de lait, on a homogénéisé et incubé à 42°C, jusqu'à l'obtention d'un coagulum bien ferme dont son acidité atteint 80 à 100 °D .

II.2.1.4- Préparation des échantillons :

Nous avons préparé deux types de lait le 26% et le 0% matière grasse, à raison de 140g/l d'eau avec une dose de 120g/L de saccharose , porté à la pasteurisation puis au refroidissement à 42°C. Deux types d'ensemencement ont été pratiqués :

- **Ensemencement indirecte :** A partir du levain préparé , nous avons ensemencé trois flacons chacun à 100 ml du lait pasteurisé, avec trois doses (2%, 3%, et 4%) et nous avons procédé à la détermination de l'acidité et du pH après 2 heures, 4heures, et 5 heures d'incubation.

- **Ensemencement directe :** A partir du ferment lyophilisé, nous avons ensemencé trois flacons chacun à 100ml du lait pasteurisé, avec trois doses (1 pincée, 2 pincées, 3 pincées), et nous avons procédé à la détermination de l'acidité et du pH après 2 heures, 4 heures, et 5 heures d'incubation

a- Pouvoir acidifiant :

Pour l'étude de l'aptitude acidifiante de notre ferment, nous avons procédé à la détermination du pH et au dosage de l'acidité lactique.

Détermination de l'acidité lactique : (DESMAZEAUD, 1992)

L'acidité est déterminée par titration d'un échantillon de 10 ml, par la soude dornic(N/9), en présence de 4 à 5 gouttes d'indicateur coloré (phénol phtaléine), jusqu'au virage à la couleur rose pâle qui doit persister au moins 10 secondes.

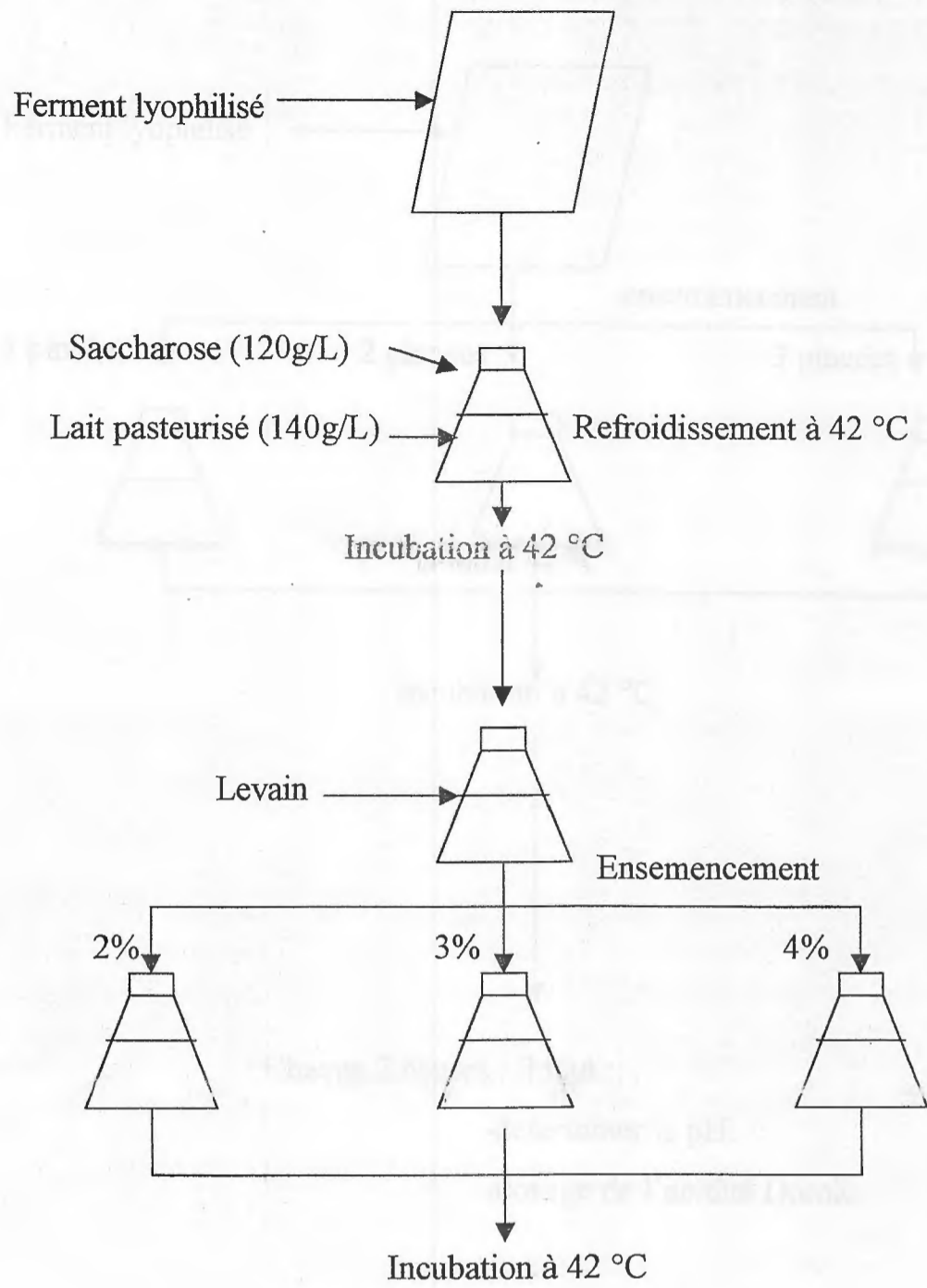
Interprétation des résultats :

Acidité en degré Dornic (°D) = V NaOH x 10

V NaOH : Volume de NaOH (N/9) utilisé pour titrer les 10 ml de l'échantillon.

Mesure du pH :

Pour mesurer le pH des échantillons, nous avons utilisé le PH mètre, en plongeant l'électrode dans la prise d'essai, le résultat est enregistré directement sur l'écran.



Chaque 2 heures il faut :

- déterminer le pH
- dosage de l'acidité dornic.

Figure 3 : Plan de préparation du levain , des échantillons et la détermination du pouvoir acidifiant.

b- Pouvoir texturant : (LEVEAU et al., 1991)

Ce test consiste à ensemencer en stries les géloses MRS hypersaccharosées (10 et 16 g de saccharose/l de milieu de culture) avec l'inoculum du bouillon nutritif. L'incubation est réalisée à 42°C pendant 24 à 48 heures. Les souches productrices d'exopolysaccharides se présentent sous forme de colonies larges et gluantes.

Pour tester l'aptitude texturante en milieu liquide, on a ensemencé trois tubes de bouillon MRS (20g, 24g et 28g de saccharose/L de bouillon). La présence de la production d'exopolysaccharides se traduit par un trouble avec une onctuosité ou l'apparition d'une viscosité du milieu.

c- Pouvoir protéolytique : (VUILLEMARD, 1986)

Pour la recherche de l'activité protéolytique sur gélose YMA additionnée avec deux doses du lait écrémé (1g/L et 2g/L de gélose), nous avons prélevé une « ose » de culture jeune (culture en bouillon nutritif), à l'aide de la base d'un clou, et on a ensemencé en touche à la surface des différentes géloses (5 à 6 touches sur chaque boîte). Les boîtes sont incubées à 42°C/24-48h. La présence d'une telle activité se traduit par la présence des zones claires, autour des touches.

Pour la recherche de cette activité sur bouillon YMA additionné avec 1g, 2g et 3g de lait écrémé/L, nous avons ajouté 0.5 ml de culture jeune au milieu sus-cités, après homogénéisation, nous avons incubé à 42°C/48 heures. L'activité protéolytique est déterminée par la présence ou non d'un culot blanchâtre avec une clarification du bouillon.

d- Pouvoir antagoniste : (LAVOISIER, 1991)

Par manque de moyen pour une application de la technique décrite par LAVOISIER (1991), nous avons utilisé le principe du test de l'antibiogramme sur milieu solide.

Il s'agit de tester les interactions entre le ferment et deux entérobactéries, *Salmonella* et *E-coli* par la méthode de disques en papier.

Pour l'étude des interactions entre le ferment et *Salmonella*, la gélose **HEKTOEN** est coulée dans une boîte de pétri puis solidifiée. La culture de *Salmonella* est diluée dans 10 ml d'eau distillé stérile, le tout est coulé sur la gélose **HEKTOEN**, on a procédé à la récupération de l'inoculum et on a laissé sécher dans l'étuve.

En parallèle on a imbibé des disques de papier par la culture du ferment, Ensuite, on a porté ces derniers sur la gélose **HEKTOEN** et on a incubé à 37°C/24h. Pour tester l'interaction du ferment avec *E-coli*, nous avons utilisé le même principe que celui utilisé avec *Salmonella*.

L'antagonisme se traduit par l'apparition de zones de lyse, la symbiose au contraire est relevée par une croissance et absence de zones d'inhibition.

e- La résistance aux arômes industriels :

A partir des résultats de la partie pouvoir acidifiant, nous avons choisi la meilleure dose du ferment lyophilisé pour réaliser ce test.

Nous avons préparé 6 flacons de chaque lait (26% et 0%) à raison de 100ml/flacon, pour deux types d'arômes (Banane et Fraise), puis on a ensemencé chaque flacon par deux pincées (0,30g) du ferment lyophilisé, ensuite on a ajouté dans les trois flacons du lait 0%

matière grasse trois doses successive d'arôme fraise 0,25ml/L, 0,35 ml/l (La dose utilisée dans la yaourterie **DIPROLAIT**), et 0,45 ml/L. Pour le deuxième type de lait (26% matière grasse), nous avons appliqué la même procédure.

Enfin on a procédé à la détermination de l'acidité et du pH au temps t=0h, T=2h, T=4h, T=5h d'incubation à 42°C.

f- Résistance aux résidus des antibiotiques :

A partir des résultats de la partie précédente, nous avons choisi la meilleure dose du levain et du ferment lyophilisé pour réaliser ce test.

Nous avons préparé nos échantillons suivant la même méthode décrite en (II.2.1.4), sauf qu'on a utilisé une seule dose pour l'ensemencement direct 0,3g et une autre pour l'ensemencement indirect 3%.

Le lait a été contaminé par deux doses de l'antibiotique la Gentamicine, 0,02ml/L de lait et 0,04ml/L de lait (MOUILLET et LUQUET, 1981), Des échantillons témoins ont été préparés en parallèle.

Nous avons procédé à la détermination du pH et de l'acidité au cours de l'étuvage à 42°C.

II.2.2- Analyse physicochimique :

II.2.2.1- Dosage de l'acidité et mesure du pH : (V04-206-1969)

L'acidité et le pH du lait et du yaourt ont été déterminés par la même méthode décrite en (II.2.1.4).

II.2.2.2- Détermination de la densité du lait :

Il s'agit de remplir une colonne par le lait, plonger le thermolactodensitomètre, laisser flotter puis stabiliser, ensuite lire la valeur correspondante (partie inférieure flottante du thermolactodensitomètre).

II.2.2.3- Détermination de la matière sèche du yaourt : (AFNOR: V04-208-1996).

La matière sèche est déterminée par pesée avant et après étuvage d'un échantillon de 10 ml à 102°C pendant 4 heures jusqu'à ce que la différence entre les deux pesées soit négligeable.

Le pourcentage de la matière sèche de l'échantillon, est donnée par la formule suivante :

$$MS(\%) = X / Y \times 100$$

X : poids de l'échantillon (g) après étuvage.

Y : poids de l'échantillon (g) avant étuvage.

II.2.2.4- Détermination de la matière minérale du yaourt :

La matière minérale est déterminée par pesée avant et après évaporation de 10 ml du produit à 500°C pendant 2 heures.

Le pourcentage de la matière minérale, est donnée par la formule suivante :

$$MS(\%) = X / Y \times 100$$

X : poids de l'échantillon après évaporation.

Y : poids de l'échantillon avant évaporation.

II.2.2.5- Détermination de la matière organique :

On peut déduire le pourcentage de la matière organique à partir de la matière sèche et minérale. Il est donné par la relation suivante :

$$MO(\%) = (MS-MM) (\%)$$

II.2.3- Analyse microbiologique :

L'analyse a touché les deux matières premières (lait et l'eau), et le produit fini (yaourt).

II.2.3.1- Echantillonnage et prélèvement :

Il doit être effectué dans des conditions d'asepsie rigoureuse.

a- L'eau : (GUIRAUD,1998)

Il s'agit d'une eau connue, donc un échantillon de 300 à 500 est suffisant, avec l'utilisation de préférence des flacons de 250 ml en verre à pyrex, munis d'un large col et d'un bouchon à vis en métal.

Notre technique de prélèvement est la suivante :

- Flamber énergiquement la portion du tuyau et purger la fraction stagnante.
- Déboucher le flacon et flamber le col.
- Remplir au 2/3 de la capacité du flacon, flamber à nouveau le col et reboucher, puis identifier l'échantillon.
- L'échantillon est transporté au laboratoire dans une glacière.

b- Le lait :

Nous avons reconstitué les deux types de lait (26% et le 0%), à raison de 140 g/L d'eau distillée stérile, puis on a procédé à l'analyse microbiologique.

c- Le yaourt :

Chaque semaine un échantillon composé de 3 unités (bouteille de yaourt étuvé), est prélevé. Ce dernier est transporté au laboratoire pour subir les tests prévus.

A noter que la durée de conservation est de 21 jours.

II.2.3.2- Examen microscopique :

Cet examen apporte de précieuses indications sur les formes des flores des aliments. On a utilisé la coloration de GRAM (la méthode est décrite en annexe).

II.2.3.3- Choix des méthodes : (GUIRAUD,1998)

Le lait et le yaourt : Il s'agit d'une numération sur milieu solide en boîtes de **PETRI**.

L'eau : Il s'agit d'une numération sur milieu solide en boîtes de **PETRI** et une numération sur milieu liquide (Colimétrie).

II.2.3.4- Préparation des dilutions décimales : (PETRANSXIENE et LAPID,1981)

Les étapes de la préparation des dilutions décimales sont résumées comme suit :

- Homogénéiser convenablement l'échantillon à examiner, puis à l'aide d'une pipette stérile prélever 1 ml de produit.
- Introduire aseptiquement le volume à prélever dans un tube contenant 9 ml du diluant, ainsi s'obtient une dilution au 1/10 ou 10^{-1} , le tube est bien agité.

- A l'aide d'une nouvelle pipette stérile, prélever 1ml de la dilution 1/10, l'introduire dans un deuxième tube contenant 9ml de diluant ; ainsi s'obtient une dilution au 1/100 ou 10^{-2} . continuer de la même façon pour obtenir la dilution 1/1000 ou 10^{-3} .

a- Le lait : Pour la préparation des dilutions du lait, on a utilisé l'eau distillée stérile et trois dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}).

b- L'eau : On n'a pas réalisé des dilutions pour l'eau.

c- Le yaourt : Le diluant utilisé est l'eau physiologique stérile, avec les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} .

II.2.3.5- Les flores recherchées et dénombrées :

a- Dénombrement de la flore aérobique mésophile totale: (FTAM) (LECLERC et MOSSEL,1990)

-L'eau : Il s'agit d'un dénombrement en surface sur milieu TGEA.

Deux séries de boîtes de PÉTRI sont ensemencées avec 1ml de la solution mère (SM), une série est incubée à 37°C pendant 24 heures et l'autre série à 22°C pendant 24 à 72 heures.

-Le lait : Le dénombrement des germes se fait par étalement de 1ml de la solution mère (SM), sur gélose PCA.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

-Résultats : Compter toutes les colonies en exprimant les résultats en gramme ou en ml du produit.

b-Dénombrement des coliformes totaux : (CT) (JOFFIN et JOFFIN,1999).

-Le lait : Il s'agit d'ensemencer en profondeur 1ml de la dilution 10^{-1} , puis couler la gélose au desoxycholate 0.1% fondue et refroidie à 45°C et incubé à 37°C pendant 24 à 48 heures.

-Le yaourt : Pour le yaourt le dénombrement se fait de la même façon que le lait avec également la dilution 10^{-2} .

-Résultats : Toutes les colonies rouge lactose +, d'un diamètre d'environ 0.5 mm sont considérées comme étant des coliformes.

-L'eau : Un dénombrement présomptif des coliformes totaux est réalisé sur bouillon lactosé au BCP (pourpre de Bromocrésol) avec cloche. On ensemence 3 tubes de BCPL à double concentration par 10ml d'eau par tube, trois tubes de bouillon simple concentration par 1ml d'eau par tube et trois tubes de bouillon simple concentration par 0.1ml d'eau par tube. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- Résultats : Les tubes où il y a fermentation du lactose (virage de couleur + production du gaz dans la cloche) sont considérés comme positifs. On dénombre les coliformes par la méthode du nombre le plus probable NPP (en se rapportant à la table de Mac GRADY).

c-Dénombrement des coliformes thermotolérants:(JOFFIN et JOFFIN,1999)

-**Le lait et le yaourt** :Nous avons utilisé la même technique et le même milieu de culture que ceux du dénombrement des coliformes totaux, mais l'incubation est faite à 44°C/24 heures.

-**L'eau** : On a utilisé le milieu **SCHUBERT** avec une cloche par subculture . A partir des tubes BCPL positifs on aensemencé avec quelque gouttes (3 à 5 gouttes) le milieu **SCHUBERT**.L'incubation est faite à 44°C pendant 24 heures.

-**Résultats** : La présence des CTT se traduit par la production de gaz et l'apparition d'anneau rouge avec le réactif **KOVACS**.

d-Dénombrement des Streptocoques fécaux : (LECLERC et MOSSEL,1990)

-**Test présomptif** : Le dénombrement est réalisé sur milieu de **Rothe** (milieu à l'azide) : Trois tubes de milieu de **Rothe** double concentration sont ensemencés par 10 ml d'eau (10ml/ tube), trois autres tubes de milieu simple concentration par 1ml (1ml/ tube), et une dernière série par 0.1ml/tube. L'incubation est faite à 37°C pendant 24 heures

- **Résultats** : Les tubes positifs où il y a un trouble, sont présumés contenir un entérocoque et sont donc soumis au test confirmatif sur milieu de **LITSKY**. Le dénombrement se fait à l'aide de la méthode du nombre le plus probable (NPP).

e- Recherche des Clostridium Sulfitoréducteurs et les anaérobies Sulfitoréducteurs 46°C :(JOFFIN et JOFFIN ,1999).

-**L'eau** : Nous avons procédé à un traitement thermique au bain-marie à 80°C pendant 10 à 15 minutes de deux tubes, chacun contenant 5ml d'eau, ensuite, chacun des deux tubes reçoit 10 ml de la gélose VF en surfusion, homogénéisée avec 2 gouttes d'alun de fer et deux gouttes de sulfite de sodium, puis refroidit sous l'eau de robinet, enfin l'incubation est faite à 37°C/24heures après une homogénéisation sans faire de bulles d'air.

La recherche des anaérobies Sulfitoréducteurs 46°C se fait par la même méthode que les CLSR 37°C, mais sans procéder au traitement thermique, avec une incubation à 46°C/24h à 72 h.

-**Résultats** :La présence de ces germes (Spores, Formes végétatives) se traduit par un noircissement des tubes.

f- Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* : (BOURGOIS et LEVEAU,1980)

-**Le lait** :La recherche est effectuée par étalement de 0.1ml de la dilution 10° (SM). sur milieu de **Baird Parker** , l'incubation est faite à 37°C pendant 24 heures.

- **Le yaourt** : La même démarche que pour le lait

- **Résultats** :Les colonies sont noires avec un halo claire et un liseré blanc opaque.

g- Recherche et dénombrement des levures et moisissures (GUIRAUD,1998)

-Le yaourt et le lait : Pour la recherche des levures et moisissures, on a utilisé la gélose à l'oxytétracycline (OGA), l'ensemencement est réalisé en surface par étalement de 1ml de la dilution 10^{-1} . L'incubation se fait à 25°C pendant 3 à 5 jours.

Les levures: Aspect souvent identique aux colonies bactériennes, elles peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates, elles sont pigmentées et souvent opaques.

Les moisissures: Colonies toujours pigmentées à aspect velouté plus ou moins proéminentes.

h- Recherche de *Salmonella* : (LECLERC et MOSSEL,1990).

Les *Salmonella* sont des bactéries pathogènes, provoquant des gastro-entérites, leur recherche et leur identification permettent donc de montrer le danger possible d'un produit.

Le nombre de *Salmonella* étant en générale faible dans le produit, il est nécessaire de procéder à un pré enrichissement et un enrichissement sélectif.

Pré enrichissement : la prise d'essai du yaourt 5ml est placée dans 45ml d'eau péptonée tamponnée (non sélectif), l'incubation est faite à 37°C.

II.2.4- Test de dégustation : (CHEFTEL et CHEFTEL, 1979)

Ce test permet de juger et d'apprécier la qualité organoleptique du yaourt par 5 dégustateurs, en évaluant les caractéristiques suivantes : Odeurs, Aspect, texture et Saveur.

II.2.4.1- Condition d'exécution du test :

La salle de dégustation doit avoir un accès facile, éloignée du bruit, un éclairage suffisant et une température convenable. Il faut veiller à l'homogénéité de la température des bouteilles du yaourt avant de les mettre à la disposition des sujets.

II.2.4.2- Principe du test :

- Le test qu'on a fait, suit les épreuves des notation.
- Il s'agit de présenter aux dégustateurs les différentes bouteilles de yaourt.
 - Les sujets ne sont pas informés sur l'état du yaourt.
 - Les sujets sont informés du but et de la manière dont on manipule et il leur demandé de donner leurs appréciations.
 - Un bulletin de réponse est présenté pour chaque sujet (voir annexe).

II.2.5- Traitement statistique : (AFNOR,1995)

L'analyse de variance des différent paramètres physico-chimiques du yaourt étuvé et celle des tests de dégustation, on fait l'objet d'une analyse statistique en utilisant le test de FICHER-SNEDECOR aux seuils de 5% et 1% (norme iso 8587) (voir annexe).

Résultats Et Discussion

III.1- Analyse des matières premières :

III.1.1- Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait :

III.1.1.1- Paramètres physico-chimiques :

La densité est étroitement liée à l'enrichissement en extrait sec (poudre), et à la température de mesure. Nos résultats montrent que la densité était stable, à la température de 18°C, cette dernière était de 1033, cela dit, ce paramètre est conforme à la norme qui exige une densité de 1031 à 1035.

Par ailleurs il est connu que l'acidité du lait est due à la présence de l'acide lactique et d'autres acides organiques. Nos résultats représentés dans le tableau (4) et illustrés par les figures (5) et (6), montrent que l'acidité est presque stable, elle varie entre 16°D et 17,5°D, d'où le lait destiné à la production de yaourt est dans les normes.

De même les résultats relatif au pH montrent que ce dernier est proche du pH neutre, il varie entre pH 6,7 et pH 6,77, puisqu'il s'agit du lait pasteurisé donc absence de la flore acidifiante et qu'il n'est pas encore ensemencé, il est donc dans les normes.

Tableau 4: Evolution de la densité, du pH et de l'acidité du lait pasteurisé destiné à la production du yaourt

Paramètres \ Jours	J1	J7	J14	J21	Normes algériennes
Densité	1033	1033	1033	1033	1031-1035
Acidité en °D	17,5	16	16,5	16	14-18
pH	6,7	6,77	6,74	6,73	6,6- 6,7

°D : Acidité en degré Dornic.

pH : Potentiel hydrogène .

J : Jour.

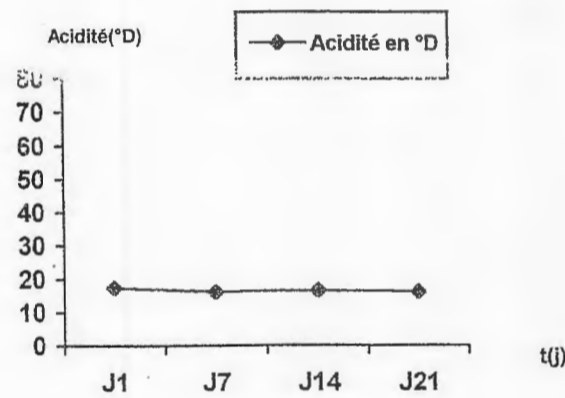


Figure 5 : Evolution de l'acidité du lait pasteurisé destiné à la fabrication du yaourt étuvé.

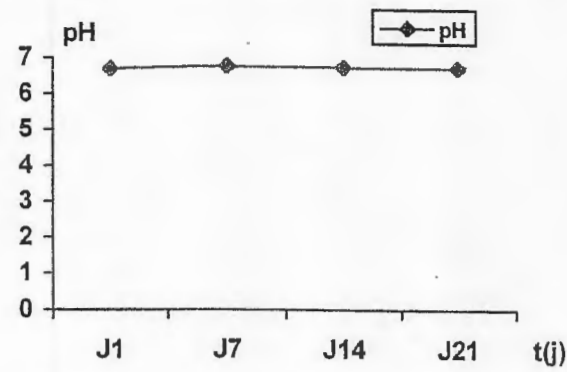


Figure 6 :Evolution du pH du lait pasteurisé destiné à la fabrication du yaourt étuvé.

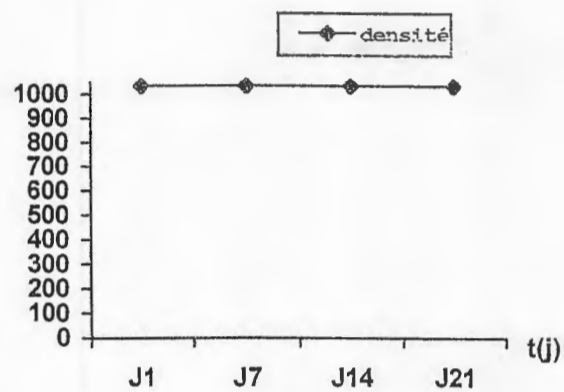


Figure 7:Evolution de la densité du lait pasteurisé destiné à la fabrication du yaourt étuvé.

III.1.1.2- Paramètres microbiologiques du lait :

Nos résultats représentés dans le tableau (5),montrent [l'absence des germes recherchés sauf, la présence de la flore aérobie mésophile totale représentée toujours par des levures.]

[L'absence des signes de contamination fécale témoigne l'efficacité du traitement de pasteurisation et la bonne pratique de l'hygiène au niveau de l'atelier de fabrication.] La présence de levures est probablement liée à la contamination au niveau du laboratoire.

Enfin, la qualité du lait sur le plan microbiologique est dans les normes. Nos résultats sont confirmés par LUQUET,(1990), qui rapporte que le lait destiné à la fabrication du yaourt doit subir préalablement une pasteurisation qui permet alors la destruction des microorganismes pathogènes.

Tableau 5: Résultats de l'analyse microbiologique du lait destiné à la fabrication du yaourt.

Flore à contrôler (germes/ml)		Jours				Normes algériennes
		J1	J7	J14	J21	
Flore aérobie mésophile totale (FTAM)	lait 0%	478	320	530	215	3.10 ⁴
	lait 26%	182	210	150	188	
Coliformes totaux (C.T)	lait 0%	0	0	0	0	1
	Lait 26%	0	0	0	0	
Coliformes thermotolerants	lait 0%	0	0	0	0	Abs
	Lait 26%	0	0	0	0	
<i>Staphylococcus aureus</i>	lait 0%	0	0	0	0	1
	Lait 26%	0	0	0	0	

III.1.2- Paramètres microbiologique de l'eau non traitée :

Au vu de nos résultats représentés dans le tableau (6) , ils en ressort le suivant :

[Présence d'une FTAM, dont le nombre marque un extrême au premier jour de l'analyse (60 germes/ml) et à la température d'incubation 22°C, cette dernière est représentée par les levures , la même constatation à été notée à l'égard des autres résultats.]

[Absence des signes de contamination fécale à savoir les C.T.T, clostridium S.R.37°C, des streptocoque fécaux, de même nos résultats ont montré l'absence des anaérobies sulfuro-réducteurs (A.S.R.46°C).]

Présence des coliformes totaux au cours du 1^{er} et 7^{ème} jours à raison de 9germes/ml et 6 germes/ml respectivement . Mais ces valeurs ne dépasse pas la norme (10 germes /ml).

En revanche, la présence des levures est probablement liée à une contamination au niveau du laboratoire ou lors du prélèvement .

Enfin, la qualité microbiologique de l'eau est conforme aux normes. Nos résultats se concordent avec les données rapportées par GUIRAUD,(1998) : l'eau destinée à la fabrication du yaourt doit être potable, il peut cependant arriver que des contamination par des germes pathogènes d'origine fécale puissent survenir en raison de la dégradation des installations couplée à des mauvaises conception des circuits, ou par défaut d'hygiène chez les manipulateurs, où des germes non pathogènes (levures et moisissures) peuvent entraîner des problèmes au niveau des réseaux mais, ces problèmes sont résolus au cours de la pasteurisation.

Tableau 6 : Résultats de l'analyse microbiologique de l'eau.

Flores à Contrôler (germes/ml)		Jours			Normes algériennes
		J1	J7	J14	
Flore aérobie mésophile totale (FTAM)	22°C	60	22	32	< 10 ² /ml
	37°C	45	15	25	20/ml
Coliformes totaux (C.T)		9	6	0	< 10/100ml
Coliformes thermotolérants (C.T.T)		0	0	0	Abs/100ml
Streptocoque fécaux		0	0	0	Abs/50ml
Cl	CL.S.R 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs/ml
	A.S.R 46°C	Abs	Abs	Abs	Abs/ml

CL.S.R 37°C : Clostridium sulfito-réducteur.

A.S.R 46°C : Anaérobie sulfito- réducteur.

III.2- Aptitudes technologiques du ferment :

III.2.1- Détermination de la composition du ferment et examen microscopique :

Après incubation des tubes de bouillon nutritif et M17 ensemencés à partir du ferment lyophilisé, nous avons constaté un trouble au niveau des tubes qui s'explique par le développement des souches du ferment.

L'examen microscopique d'une « ose » des bouillons nutritif et M17 montre que la flore qui règne est représentée par des coques, à GRAM positif.

La purification sur gélose MRS, M17 et GN montre le développement des souches pures et après examen microscopique de ces souche, on a constaté qu'il s'agit des coques à GRAM positif.

D'après ces observation on déduit qu'il s'agit :

- Soit d'un ferment formé de souches pures de streptocoque à savoir *Streptococcus thermophilus*.
- Soit que le milieu de culture MRS est pauvre en quelques facteurs de croissance spécifiques pour le développement de *Lactobacillus bulgaricus*.

CHOISY (1987), rapporte que les levains de culture pure sont constitués d'une souche de bactéries lactiques (Streptocoques mésophiles ou thermophiles, Leuconostoc, Lactobacilles thermophiles), ces levains sont sensibles aux phages.

III.2.2- Pouvoir acidifiant :

L'énergie exigée pour la croissance de *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* est apportée par la fermentation du lactose du lait en acide lactique, ce dernier est très important car c'est un facteur de coagulation de la caséine du lait.

Les résultats obtenus montrent des variations du pH et d'acidité en fonction de la concentration du ferment et de type de lait, ainsi nous avons noté le suivant :

a) Ensemencement indirect :

- **Pour le lait à 0% matière grasse :** Les résultats de l'évolution du pH et de la production d'acide lactique représentés dans le tableau (7) et illustrés par les figures (8) et (10), ont montré que l'acidité du lait à 4% du levain augmentait considérablement au cours de la fermentation suivi par celles des laits à 3% et 2%, c'est ainsi l'acidité Dornic atteint la valeur 87°D au bout de 5 heures dans le laitensemencé par la dose 4%, par contre elle est de 80°D pour le laitensemencé par les doses 3% et 2%. Donc l'activité d'acidification est proportionnelle à la dose du levain.

Nos observations ont porté également sur la vitesse d'abaissement du pH, c'est ainsi qu'on a constaté que la vitesse d'abaissement du pH est en corrélation avec l'effet dose du levain, par exemple à la 4^{ème} heure le pH du laitensemencé avec la dose 2% est de pH 4,98, celui du lait à 3% est de pH 4,92, et celui du lait à 4% est de pH 4,9.

Durant la 5^{ème} heure et d'après la figure (10), le pH atteint la valeur la plus basse qui est de 4,8 dans le lait à 4% du levain, une valeur proche de pHi de la caséine du lait.

- **Pour le lait à 26% matière grasse :** Nos résultats représentés dans le tableau (7) et illustrés par les figures (9) et (11) montrent ce qui suit :

Durant la 2^{ème} heure, on a observé une augmentation considérable de l'acidité d'une façon remarquable dans le laitensemencé avec 4% de levain ou elle atteint 59°D, cela est dû à l'assimilation du lactose par les souches du ferment. Alors que l'acidité Dornic des laits à 3% et 2% est de 37,5°D et 33°D respectivement, et après 5 heures d'incubation elle atteint la valeur 59°D pour le lait à 2%, 62°D pour le lait à 3% et 63°D pour le lait à 4% du levain.

Pour le pH, on a observé un abaissement après 2 heures d'incubation pour le lait à 4% et durant la 5^{ème} heure, le pH atteint les valeurs suivantes :

- pour le lait à 4% le pH est de 4,87 ;
- pour le lait à 3% le pH est de 4,9 ;
- pour le lait à 2% le pH est de 4,97.

Toutefois, il apparaît clairement, que le taux de matière grasse agit en défaveur du métabolisme homofermentaire des levains dont les valeurs enregistrées en témoignent.

Les résultats de traitement statistique ont montré le suivant :

- Un effet significatif à hautement significatif a été noté à l'égard du pH du lait 0% matière grasse dont la dose du levain et la durée d'incubation sont des facteurs qui agissent sur la coagulation, en revanche aucun effet n'a été marqué avec l'acidité (NS).

- Pour le lait 26%, il apparaît clairement que seul la durée d'incubation affecte l'évolution du pH et de l'acidité (significatif à hautement significatif).

b- Ensemencement direct :

- **Pour le lait à 0% matière grasse :** D'après les résultats mentionnés dans le tableau (8) et représentés par les figures (12) et (14), il apparaît que l'acidité du laitensemencé avec 3 pincées de ferment lyophilisé augmentait considérablement au cours de la fermentation, suivi par celles des lait à 2 pincées et 1 pincée. Les souches du ferment à 3 pincées produisaient 9g d'acide lactique après 5 heures d'incubation, par ailleurs les même souches, mais à des doses de 2 pincées et 1 pincée produisaient successivement 8,2g et 7,9g d'acide lactique pendant le même temps d'incubation.

En parallèle à ce développement de l'acidité, nous avons observé une certaine diminution du pH, cette dernière était plus rapide dans le lait à 3 pincées de ferment avec un pH de 4,7 et 4,88 pour le lait à 2 pincées et 5,03 pour le lait à 1 pincée, après 5 heures d'incubation.

Au vu de ces résultats, nous avons remarqué que le lait à 2 pincées du ferment atteint l'acidité voulu après 5 heures d'incubation, donc c'est la meilleure dose.

- **Pour le lait à 26% matière grasse :** Les résultats représentés dans le tableau (8) et illustrés par les figures (13) et (15) montrent ce qui suit :

- Il y a une augmentation de l'acidité au cours des deux premières heures d'incubation.
- L'acidité Dornic atteint les valeurs 69, 67°D et 61°D pour les laitsensemencés par les doses 3 pincées, 2 pincées, et 1 pincée respectivement.

Pour le pH, on a constaté que la vitesse d'abaissement est en corrélation avec l'effet dose du ferment lyophilisé dont les meilleurs résultats sont obtenus avec la dose 3 pincées.

Par ailleurs, on a constaté que la présence de matière grasse inhibe partiellement l'activité enzymatique des ferments.

L'analyse de variance a montré que la durée d'incubation a un effet significatif à hautement significatif sur l'évolution du pH du lait à 26% de matière grasse de même, l'effet dose a affecté le pH du même lait, par ailleurs aucun effet n'a été remarqué vis à vis des deux paramètres et du lait 0% matière grasse.

Tableau 7 : évolution de l'acidité et du pH des 2 types de laitensemencé avec trois doses de levain.

Lait	Dose Heures		Lait à 2%	Lait à 3%	Lait à 4%	S.S	
						pH	°D
0% matière grasse	0 heure (Lait frais)	pH	6,32	6,32	6,32	*	NS
		°D	35	35	35		
	2 heures	pH	5,68	5,44	5,39		
		°D	52,5	58,5	64,5		
	4 heures	pH	4,98	4,92	4,9		
		°D	78	79	85		
	5 heures	pH	4,86	4,82	4,8		
		°D	80	80	87		
	S.S	pH	*				
		°D	NS				
26% matière grasse	0 heure (lait frais)	pH	6,52	6,52	6,52	*	* à **
		°D	20	20	20		
	2 heures	pH	6,11	5,39	4,97		
		°D	33	37,5	59		
	4 heures	pH	5,32	5,04	4,9		
		°D	57	57,5	62		
	5 heures	pH	4,97	4,9	4,87		
		°D	59	62	63		
	S.S	pH	NS				
		°D	NS				

°D : Acidité en degré Dornic ; pH : Potentiel hydrogène ; S.S :signification statistique.

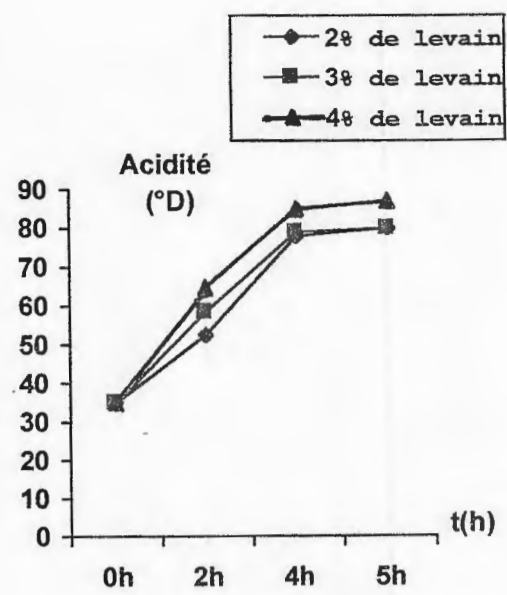


Figure 8: Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 dose du levain

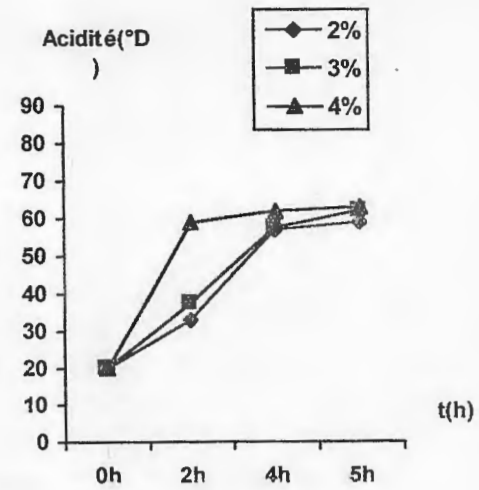


Figure 9: Evolution de l'acidité du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 dose du levain

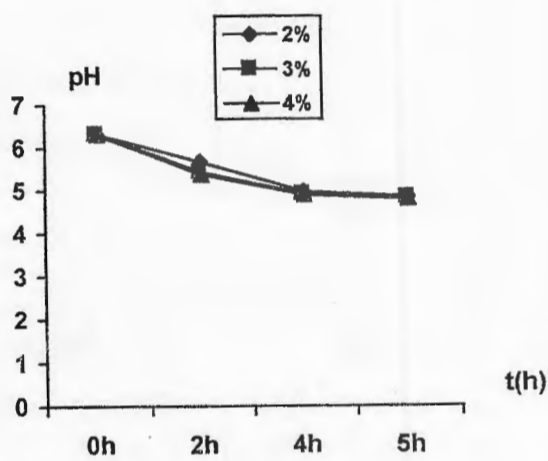


Figure 10: Evolution du pH du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 doses du levain

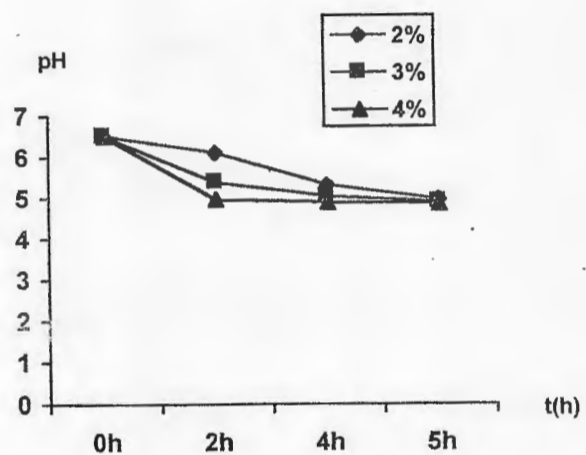


Figure 11: Evolution du pH du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 doses du levain

Tableau 8 : Evolution de l'acidité et du pH du laitensemencé avec trois doses de ferment lyophilisé (1 pincée, 2 pincées , 3 pincées).

Lait	dose heures		1 pincée	2 pincées	3 pincées	S.S	
						pH	°D
0% matière grasse	0 heure	pH	6,32	6,32	6,32	NS	NS
		°D	35	35	35		
	2 heures	pH	5,46	5,43	5,38		
		°D	60,5	64	76		
	4 heures	pH	5,17	5,2	5,15		
		°D	77,5	77	85		
	5 heures	pH	5,03	4,88	4,7		
		°D	79	82	90		
	S.S	pH	NS				
		°D	NS				
26% matière grasse	0 heure	pH	6,52	6,52	6,52	* à **	NS
		°D	20	20	20		
	2 heures	pH	5,47	5,32	5,3		
		°D	48	50	55		
	4 heures	pH	5,17	5,11	5,13		
		°D	56,5	58,5	59,5		
	5 heures	pH	4,98	4,71	4,97		
		°D	61	67	69		
	S.S	pH	*				
		°D	NS				

°D: Acidité en degré Dornic.
 pH : Potentiel hydrogène.
 S.S : Signification statistique.

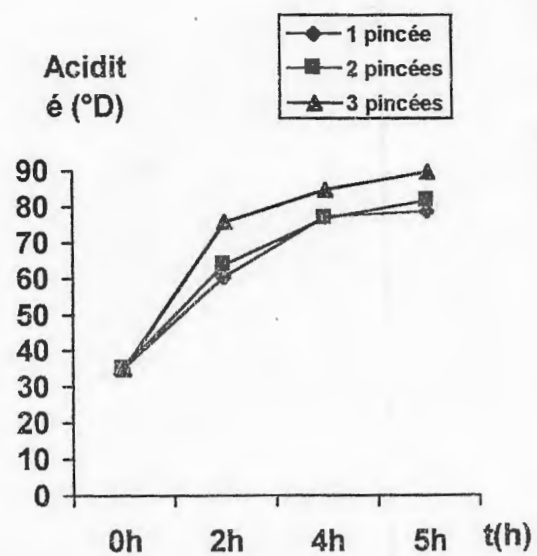


Figure 12: Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé.

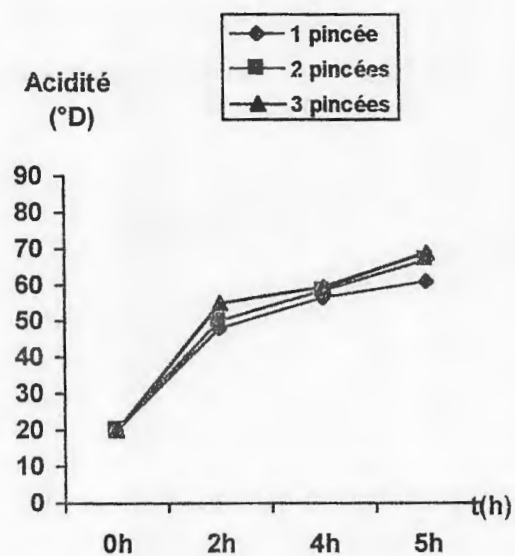


Figure 13 : Evolution de l'acidité du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé.

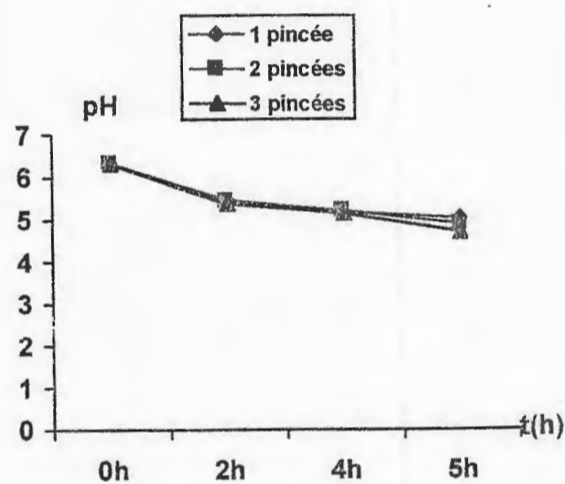


Figure 14: Evolution du pH du lait 0% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé

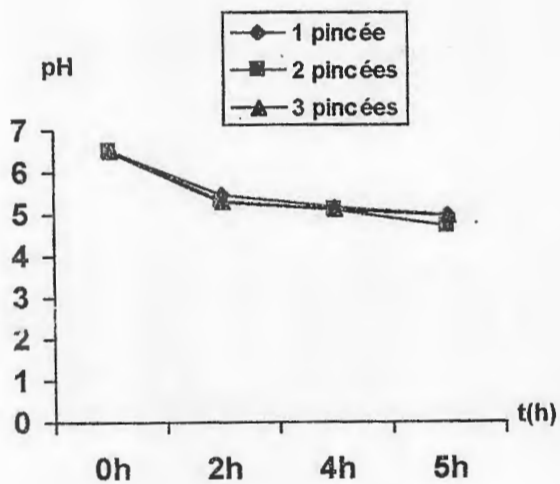


Figure 15: Evolution du pH du lait 26% matière grasse ensemencé avec 3 doses du ferment lyophilisé

III.2.3- pouvoir texturant :

Le pouvoir texturant d'un ferment se traduit par la production d'exopolysaccharides par les souches du ferment.

Au vu des résultats représentés dans le tableau (9), on a observé une absence des colonies larges et gluantes sur milieu MRS (1% et 1,6% de saccharose), donc les souches de notre ferment ne sont pas qualifiées productrices d'exopolysaccharides sur milieu MRS.

Sur les milieux liquides, on a observé un trouble avec une faible augmentation de la viscosité, cela est lié à la faible production d'exopolysaccharides (figure 16), donc le ferment est qualifié de faible production d'exopolysaccharides sur le milieu en question.

LEVEAU et al.,(1991), rapportent que ces macromolécules contribuent à modifier la texture du produit dans lequel se développent les souches compétentes.

L'aptitude texturante des bactéries lactiques est l'un des facteurs les plus importants dans l'industrie laitière, par l'apport des propriétés technologiques recherchées. Dans le cas d'une addition de fruits, elles empêchent ceux-ci de se déposer au fond des pots, ce qui augmente l'homogénéisation du produit final et rend plus agréable sa présentation DESMAZAUD, (1992).

De ce fait et d'après nos résultats , notre ferment n'est pas qualifié producteur d'exopolysaccharides sur milieu solide et à faible activité sur milieu liquide, alors ce ferment est destiné pour la fabrication du yaourt étuvé.

Tableau 9 :Production d'exopolysaccharides par le ferment YF-L811

Milieux Ferment	Milieux solides		Milieux liquides		
	MRS 1%	MRS 1,6%	MRS 2%	MRS 2,4%	MRS 2,8%
YF-L811	-	-	+	+	+

+ : Présence du pouvoir texturant (faible viscosité sur milieu liquide).

- : Absence du pouvoir texturant.

% : Dose de saccharose (pour cent).



Figure 16: Pouvoir épaississant

III.2.4- Pouvoir protéolytique :

Le tableau (10) illustre les résultats de l'hydrolyse des protéines par les souches du ferment . En se basant sur la méthode VUILLEMARD (1986), la souche est dite protéolytique si elle présente une zone de lyse de diamètre comprise entre 5 et 15 mm .

Les résultats obtenus sur le milieu YMA à 0,1% montrent que notre ferment présente des zones d'hydrolyse (figure 17), de diamètre allant de 9 mm à 12 mm, donc il est qualifié protéolytique.

Sur les milieux liquides, nous avons observé un dépôt blanchâtre au fond des trois tubes, ce qui confirme les résultats observés sur le milieu YMA gélose , mais le culot est moins épais selon la dose additionnée du lait écrémé (0,1%,0,2%,0,3%) (figure 18), Cela signifie que la protéolyse est proportionnelle à la dose d'enrichissement en lait écrémé. De même la clarification des milieux témoigne la présence d'une bonne activité protéolytique.

La protéolyse due aux bactéries lactiques va surtout conduire à des peptides courts et à des acides aminés libres ces derniers sont des précurseurs pour de nombreux produits d'arôme DESMAZEAUD,(1992).

Dans diverses expérimentations, LEVEAU et *al.*,(1991) ont mis en évidence une activité caséolytique des lactobacilles plus intense que chez les lactocoques.

Tableau 10 : Résultats de la protéolyse du ferment YF-L811

Milieux Ferment	Milieu solide				Milieu liquide		
	YMA 0,1%		YMA 0,2%		YMA 0,1%	YMA 0,2%	YMA 0,3%
	DH	EP	DH	EP	Precipitation + Clarification	Precipitation + Clarification	Precipitation + Clarification
YF-L811	12	+	0	-			
	11	+	0	-			
	9	+	0	-			

DH: Diamètre du halo (mm).

EP: Evaluation de la protéolyse.

(-) : Diamètre < 5 mm (absence de l'activité protéolytique).

(+) : 5mm < diamètre < 15mm (présence de la protéolyse).

% : Dose de lait écrémé (pour cent).

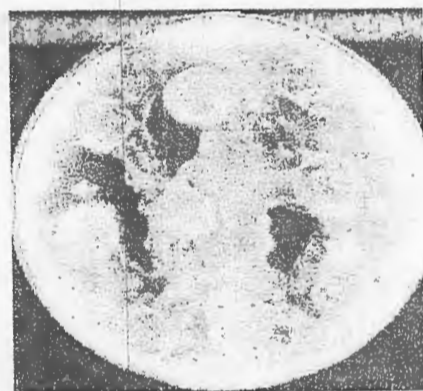


Figure 17 : Pouvoir Protéolytique sur milieu solide

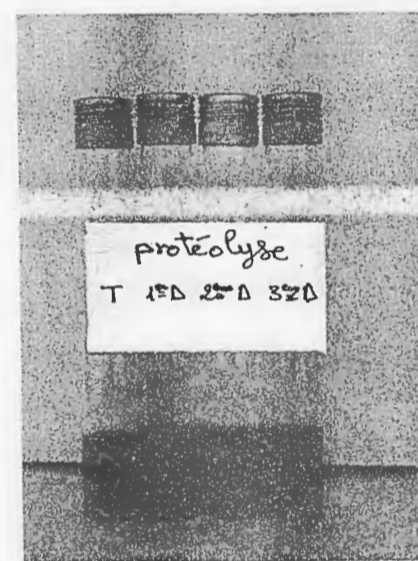


Figure 18 : Pouvoir Protéolytique sur milieu liquide

III.2.5- Effet arôme :

Cette partie expérimentale a porté sur l'effet de trois doses de chaque arômes banane et fraise sur le pouvoir fermentaire du ferment avec deux types de lait le 26% et 0% de matière grasse,ensemencé à partir du ferment lyophilisé par une dose de 2 pincées.

D'après les résultats représentés dans le tableau (11), il apparaît clairement que :

-Le pH des yaourts 26 % matière grasse a connus une diminution rapide par rapport aux yaourt à 0 % matière grasse, ce qui explique le rôle d'arôme qui à diminué l'effet inhibiteur de la matière grasse.

-L'adjonction des arômes a influencé l'acidité et le pH des laits, ainsi on a noté que l'acidité du lait 0% matière grasse varie entre 25,5°D et 30°D avec l'arôme Fraise lors de l'ensemencement (t= 0 h), cela est de même avec le même paramètre chimique et pour le lait à 26% matière grasse.

Ces résultats, nous permettent d'avancer, que l'arôme a un effet sur les composants du lait dont la chute des pH (pour les deux types de lait et avec les deux arômes) témoignent cette observation.

-Le meilleurs temps économique relatif à la coagulation avec le respect des normes liées aux pH et l'acidité est obtenu avec la dose 0,35ml d'arôme fraise/l et 0,25 ml d'arôme banane/l de lait à 0% matière grasse, par ailleurs, les meilleures doses pour le lait à 26% matière grasse sont 0,25ml/l pour l'arôme fraise et 0,35 ml/l pour l'arôme banane.

Les travaux du comité de la santé publique dans le domaine des additifs ont porté essentiellement sur les matières aromatisantes pour lesquelles ont été dressées deux listes : une première contient les matières aromatisantes naturelles considérées comme admissibles du point de vue de la santé, une seconde contient les matières aromatisantes artificielles classées chimiquement, qui peuvent être ajoutées aux aliments sans danger pour la santé publique, la limite supérieure de sécurité étant indiquée pour chacune d'elles.

L'analyse de variance a montré que seule la durée d'incubation a un effet significatif ($p < 0,05$) à hautement significatif ($p < 0,01$) sur l'évolution du pH et de l'acidité du lait aromatisé 26% et 0% de matière grasse .

III.2.6- Antibiorésistance :

Cette partie expérimentale a porté sur l'effet de deux doses de la Gentamicine sur le métabolisme homofermentaire du ferment et pendant un interval de temps bien déterminé (4 heures d'incubation : duré idéale pour la production industrielle du yaourt).

D'après nos résultats représenté dans le tableau (12) et illustrés par les figures (27),(28),(29) et (30), il apparaît clairement que:

- L'effet inhibiteur de la Gentamicine vis à vis du ferment du yaourt est relatif au mode d'ensemencement, car les yaourts ensemencés directement par le ferment lyophilisé avaient des valeurs d'acidité plus élevées que celles des yaourts ensemencés indirectement par le levain.

- La 2^{ème} dose d'antibiotique a affecté nettement l'activité du ferment des yaourts en ralentissant la vitesse de production de l'acidité lactique de ces derniers.

(-Nous pouvons dire que le ferment est plus résistant à l'antibiotique en cas d'ensemencement direct, car il a marqué une différence de 5°D pour la dose D1 lors de l'incubation (2 à 4 h) par rapport à 0,5°D pour la même dose et la même durée mais pour l'ensemencement indirecte.

Nos observations ont été confirmées par MAHIEU (1985), qui rapporte que l'inhibition totale de la production d'acidité lactique a été obtenue avec un lait de mélange contenant du lait de la première traite d'une vache traitée depuis 8 heures par l'Auréomycine à une dose de 200mg/L.

De même et d'après DESMAZEAUD (1992), la présence dans le lait de résidus d'antibiotiques utilisés dans le traitement des mammites est l'une des causes fréquentes de perturbation de la fermentation lactique.

Le même auteur signale que le lait d'une vache récemment traité contient généralement plus de 1000 UI d'antibiotique par litre, cette présence se traduit par le ralentissement voire l'absence de l'acidification.

D'une manière générale, il apparaît que l'antibiotique agit en défaveur du complexe enzymatique de la voie glycolytique homofementaire, donc le dépistage systématique des antibiotiques dans le lait avant son utilisation reste la meilleure solution pour contre carrer l'effet néfaste des antibiotiques sur la voie fermentaire.

L'analyse de variance a montre le suivant :

- Pour l'ensemencement directe : seule la durée d'incubation affecte l'évolution des deux paramètres physico-chimiques (effet significatif à hautement significatif) ($p < 0,01$).

- Pour l'ensemencement indirecte : la durée d'incubation est en lien avec l'évolution du pH, par suite aucun effet n'a été noté avec les autres facteurs.

Tableau 11: Evolution de l'acidité et du pH du lait à 0% et 26% de matière grasse additionné de trois doses d'arômes.

Arôme	Temps		T= 0h		T= 2h		T= 4h		T= 5h		S.S			
			Doses		0%	26%	0%	26%	0%	26%	0%	26%	pH	°D
			0%	26%	0%	26%	0%	26%	0%	26%				
Fraise	0,25ml/L	pH	6,05	6,31	5,37	5,13	5,08	4,84	4,95	4,68	NS	NS		
		°D	43,5	25,5	66,5	58,5	76	62,5	88,5	70,5				
	0,35ml/L	pH	6,08	6,26	5,33	5,01	5,07	4,77	4,98	4,57				
		°D	42,5	28,5	71	58,5	76,5	62	79,5	71,5				
	0,45ml/L	pH	5,93	6,12	5,32	5	5,02	4,73	4,95	4,6				
		°D	47,5	30	71	54	81	56,5	85	71				
	S.S	pH	* à **											
		°D	* à **											
Banane	0,25ml/L	pH	5,84	6,02	5,33	5,04	5,06	4,77	4,94	4,59	NS	NS		
		°D	45,5	32	72	54,5	78	58,5	85,5	74				
	0,35ml/L	pH	5,84	6,04	5,36	5,09	5,07	4,81	4,93	4,67				
		°D	46	31,5	72	52	79	65,5	88	70,5				
	0,45ml/L	pH	5,72	5,92	5,33	5	5,12	4,81	4,99	4,6				
		°D	51,5	34,5	74,5	54	77,5	64	79	71				
	S.S	pH	* à **											
		°D	* à **											

°D : Acidité en degré Dornic.
pH : Potentiel hydrogène.

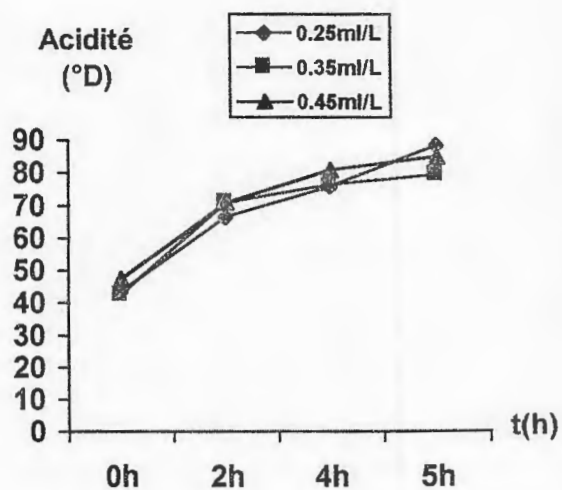


Figure19: Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes fraise

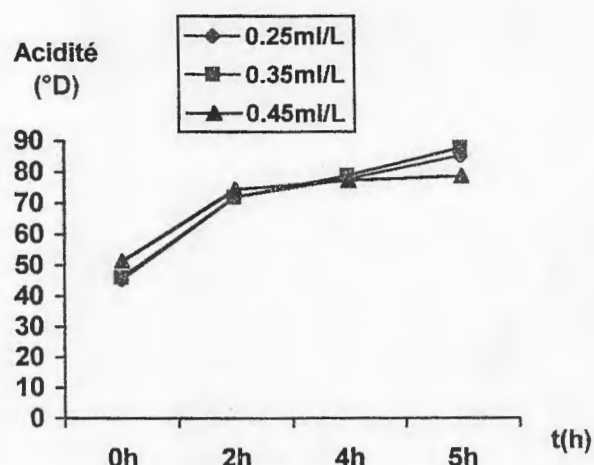


Figure 20: Evolution de l'acidité du lait 0% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes banane

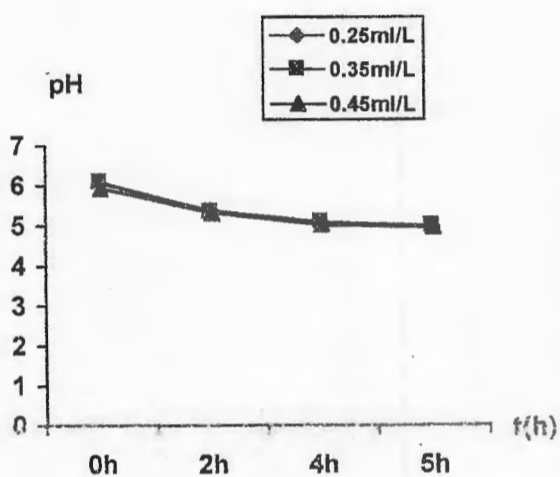


Figure21: Evolution du pH du lait 0% matière Grasse additionné de 3 doses d'arôme fraise

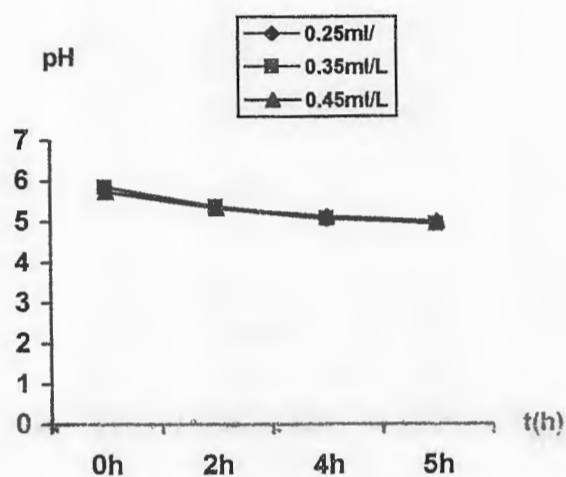


Figure22: Evolution du pH du lait 0% matière grasse additionné de 3 doses d'arôme banane

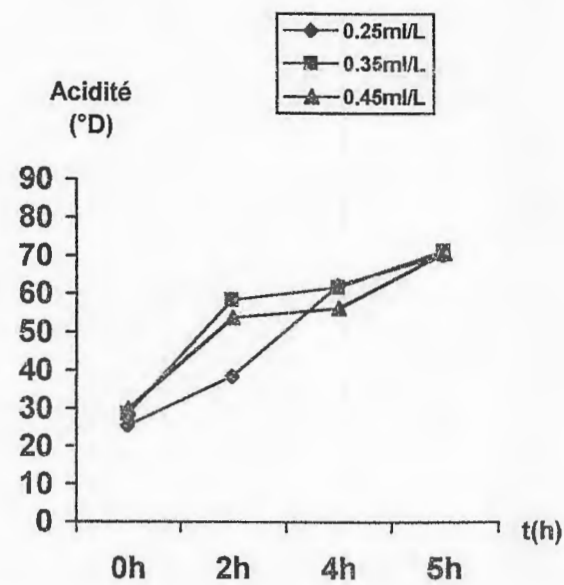


Figure 23: Evolution de l'acidité du lait 26% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes fraise.

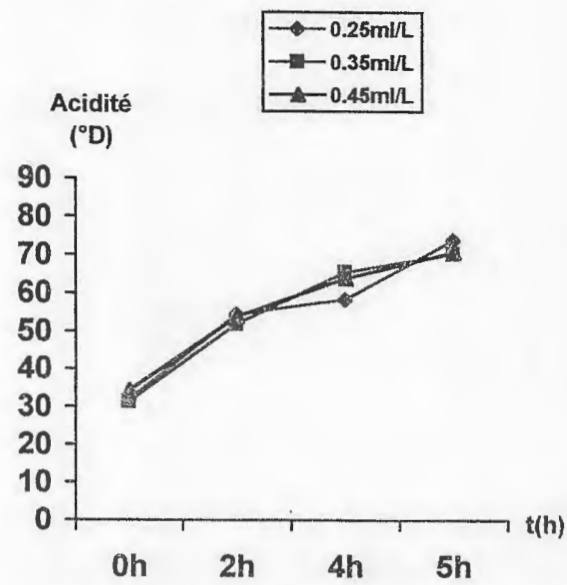


Figure 24: Evolution de l'acidité du lait 26% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes banane.

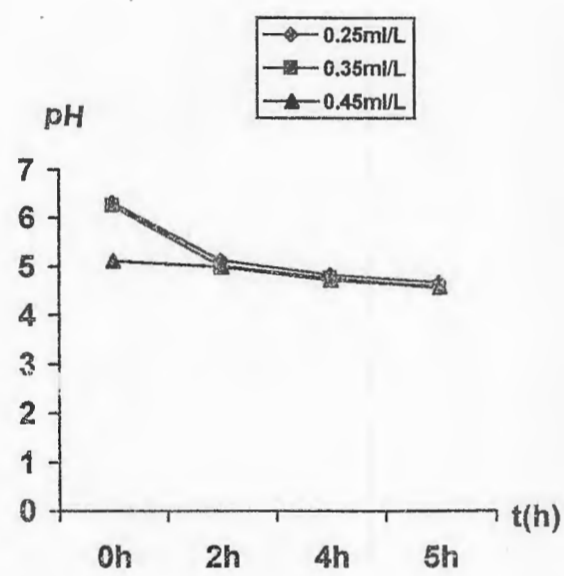


Figure 25 : Evolution du pH du lait 26% matière Grasse additionné de 3 doses d'arômes fraise

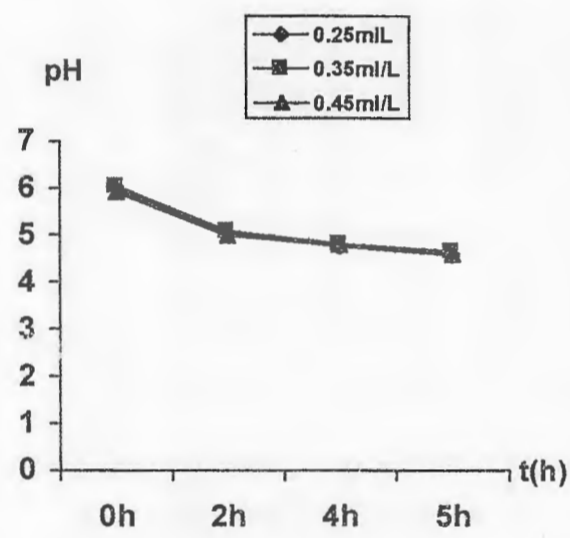


Figure 26: Evolution du pH du lait 26% matière grasse additionné de 3 doses d'arômes banane

Tableau 12 :Evolution de l'acidité et du pH du ferment en fonction de deux doses de la Gentamicine.

Type d'ensemencement	Dose d'antibiotique		Heures			S.S	
			T=0h	T=2 h	T= 4h	pH	°D
Ensemencement directe	Témoin	pH	6,31	5,16	4,81	NS	NS
		°D	25,5	52,5	61		
	D1	pH	6,26	5,16	4,91		
		°D	28	40	45		
	D2	pH	6,12	5,1	4,98		
		°D	30	41	42		
	S.S	pH	* à **				
		°D	* à **				
Ensemencement indirecte	Témoin	pH	6,31	5,84	5,34	NS	NS
		°D	18	37,5	45,5		
	D1	pH	6,31	6,03	5,91		
		°D	18	21,5	22		
	D2	pH	6,31	6,14	6,06		
		°D	18	18	18,5		
	S.S	pH	*				
		°D	NS				

°D: Acidité en degré Dornic.
 pH : Potentiel hydrogène.
 D1 : 0,02ml/L de la Gentamicine.
 D2 : 0,004ml/L de la Gentamicine.

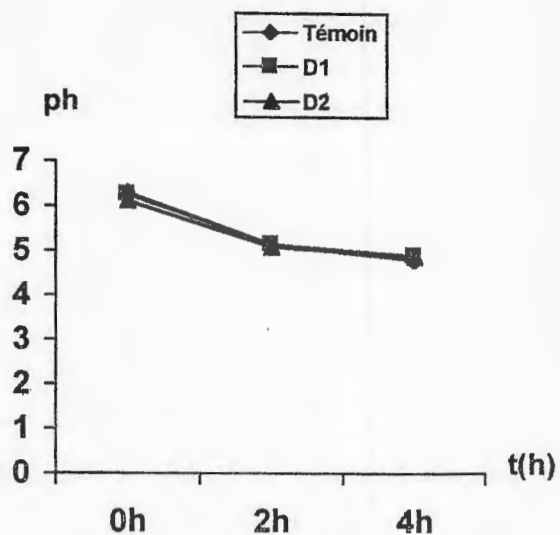


Figure 27: Evolution du pH du ferment en fonction de 2 doses de la Gentamicine (ensemencement direct)

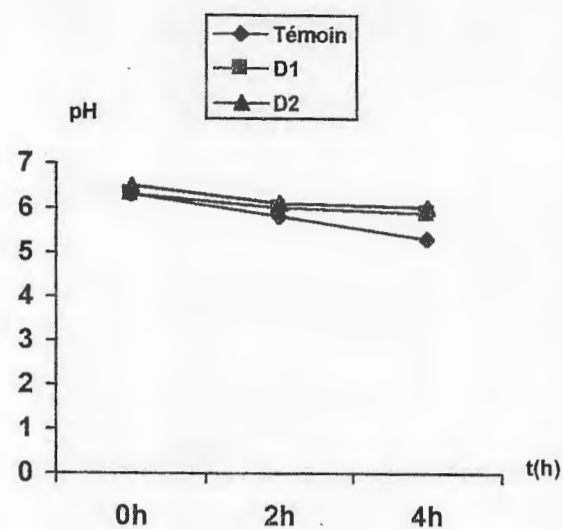


Figure 28: Evolution du pH du ferment en fonction de 2 doses de la gentamicine (ensemencement indirecte)

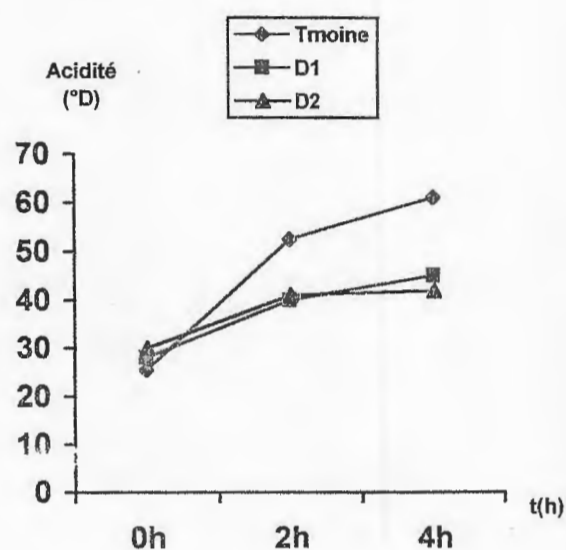


Figure 29: Evolution de l'acidité du ferment en fonction de 2 doses de la Gentamicine (ensemencement direct)

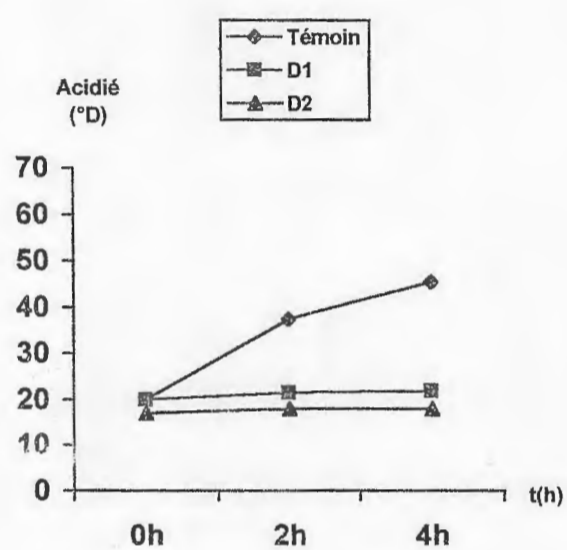


Figure 30: Evolution de l'acidité du ferment en fonction de 2 doses de la Gentamicine (ensemencement indirecte)

III.2.7) Pouvoir antagoniste :

Nos résultats représentés dans le tableau (13) et illustrés par les deux figures (31) et (32), montrent qu'il y a une interaction négative entre le ferment et les autres souches des entérobactéries à savoir *Salmonella* et *E.coli*, où le ferment présente un effet antagoniste, cela est bien illustré par le diamètre des zones de lyse obtenus, ainsi, le diamètre moyen est de 11 mm avec *Salmonella*, et de 9 mm avec *E.coli*.

Résultats et discussion

Ce phénomène observé est confirmé par LEVEAU et *al.*, (1991), qui rapportent que les bactéries lactiques sont connues par la production lors de leur croissance des substances inhibant la croissance des autres micro-organismes.

Cette caractéristique est utilisée pour la destruction des bactéries indésirables ou pathogènes dans la fabrication des aliments.

D'autres part, VANDENBERG (1993) rapporte que certains produits des bactéries lactiques, ont des propriétés antimicrobiennes et peuvent inhiber la croissance de certains pathogènes.

Tableau 13 : Résultats du pouvoir antagoniste.

Technique d'ensemencement	Diamètre de la zone de lyse
<i>Salmonella</i> en surface +ferment en disques	Entre 10 et 12 mm
<i>E.coli</i> en surface +ferment en disques	Entre 8 et 10 mm

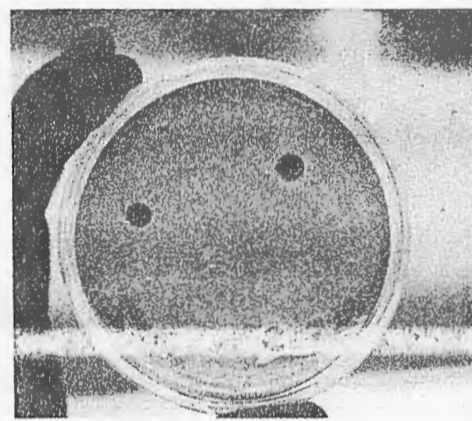


Figure 31 : *Salmonella* en surface
+ferment en disques

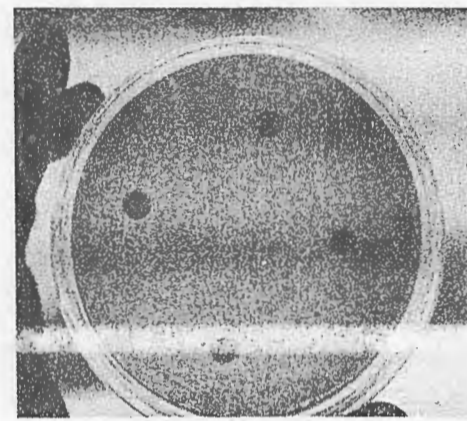


Figure 32 : *E.coli* en surface
+ferment en disques

III.3- Résultats de l'analyse du produit fini :

III.3.1- Analyse physico-chimique :

III.3.1.1- Matière sèche, matière organique et matière minérale :

D'après les résultats représentés dans le tableau (14) et illustrés par la figure (33), on a noté que la matière sèche varie entre 15,6% et 19%, elle est marquée par son minimum le

14^{ème} jour avec 15,6% puis elle a connue une augmentation jusqu'à atteindre sa valeur maximale 19% au bout du 21 jours de conservation. Cette variation est probablement liée à l'hétérogénéité du prélèvement qui est dû à une mauvaise homogénéisation des bouteilles de yaourt avant le prélèvement.

Par ailleurs, on a noté une variation de la matière minérale relative à celle de la matière sèche où elle atteint son maximum au cours du 1^{er} jour de l'analyse qui est 4% et un minimum au cour du 14^{ème} jour de 1%, ces valeurs montrent la richesse du yaourt en sels minéraux. Toutefois du fait que la matière organique est l'un des composants de la matière sèche donc sa variation est relative à celle de cette dernière. La matière organique est étroitement liée à la matière sèche et minérale, les valeurs obtenues ont montré que la faible teneur en matière organique est obtenu au cours du 1^{er} jour avec une moyenne de 13%, en revanche la forte teneur était de 17,8% au bout de 21^{ème} jour.

Enfin, il apparaît que notre yaourt est riche en matière sèche aussi bien qu'en matière minérale.

Tableau 14 : Evolution des matières sèche, minérale et organique du produit fini au cours de la conservation.

Jours	J1	J7	J14	J21
MS, MM, MO				
MS %	17	18,3	15,6	19
MM %	4	2	1	1,2
MO %	13	16,3	14,6	17,8

J : Jours.
 MS: Matière sèche.
 MM: Matière minérale
 MO: Matière organique

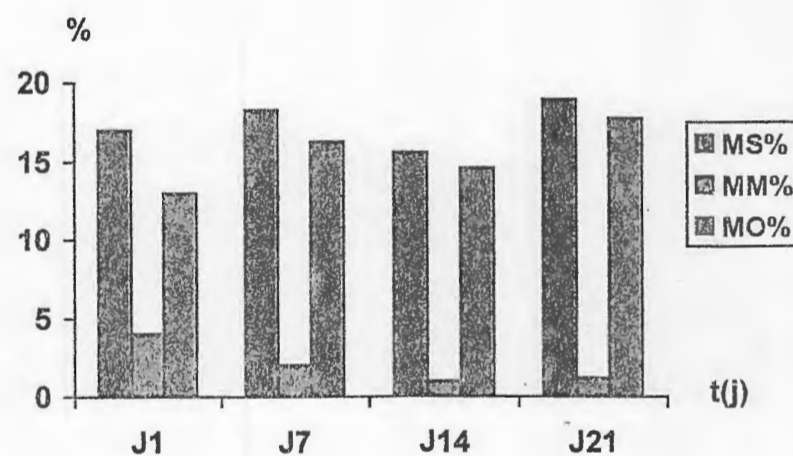


Figure 33 : Evolution des matières sèche, minérale et organique du produit fini au cours de la conservation.

III.3.1.2- Acidité Dornic et pH du produit fini :

Nos résultats représentés dans le tableau (15) et illustrés par la figure (35), montrent que l'acidité a connu une évolution lente au cours de la période d'analyse. Elle oscille entre 72°D et 84°D, donc notre produit est soumis à des bonnes conditions de fabrication et de conservation.

Le pH est en corrélation avec la quantité d'acide lactique produit par le ferment. Les résultats illustrés par la figure (34) ont montré que la valeur du pH du yaourt varie entre 4,15 et 4,46, donc le pH demandé pour une bonne conservation du produit. Cela dit, il apparaît que la réfrigération a ralenti le métabolisme bactérien. Par ailleurs LUQUET, (1986), rapporte que la fermentation est une moyenne de conservation.

Tableau 15 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé.

Jours	J1	J7	J14	J21
pH et °D				
pH	4,46	4,2	4,22	4,15
Acidité en °D	72	76	79,5	84

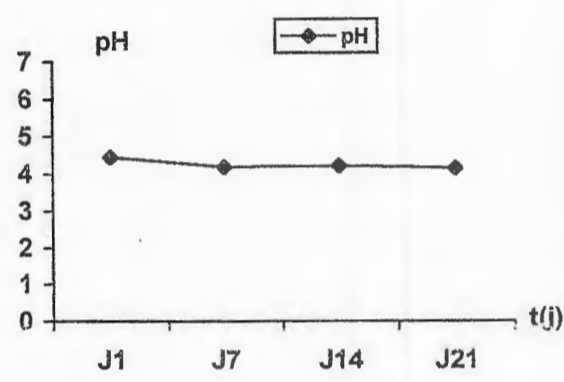


Figure 34: Evolution du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé.

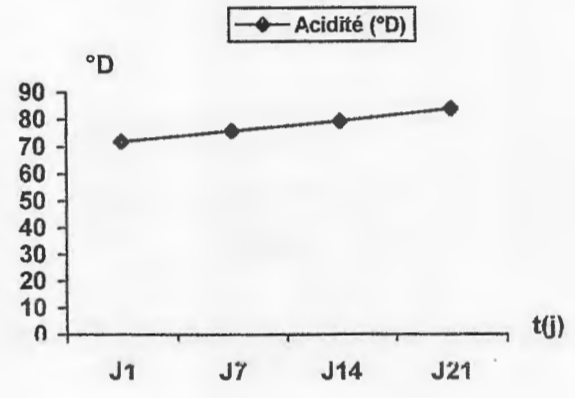


Figure 35 : Evolution de l'acidité au cours de la conservation du yaourt étuvé.

III.3.2- Analyse microbiologique du produit fini :

Nos résultats représentés dans le tableau (16) montrent le suivant :

Absence des coliformes totaux et des coliformes thermotolérants, cela est de même pour les germes pathogènes à savoir *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*, la même observation a été notée à l'égard des levures et des moisissures.

L'absence des signes de contamination fécale est liée à la bonne pratique de l'hygiène au niveau de la yaourterie, de même l'absence des pathogènes est liée au respect du processus technologique notamment la pasteurisation et la stérilisation des matières premières et au rôle inhibiteur qu'exercent les bactéries lactiques envers les différentes flores par le biais de leurs

produits métaboliques à savoir l'acide lactique. Les résultats obtenus sont justifiés par BOURGOIS et LARPENT, (1996) qui rapportent que :

Le traitement thermique du lait avant la fabrication étant suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non, la présence de ces germes peut être accidentelle, mais il est à noter qu'un yaourt à pH inférieur ou égale à 4 (contenant 1% d'acide lactique) est un milieu hostile pour les germes pathogènes comme pour la plus part des autres bactéries indésirables, en ce qui concerne les micro-organismes non pathogènes les levures et les moisissures sont Capables de se développer dans le yaourt.

Enfin, notre produit est de très bonne qualité microbiologique.

Tableau 16 : Résultats de l'analyse microbiologique du yaourt étudié.

Flore Contrôler (germes/ml)	J1	J7	J14	J21	Normes algériennes
Coliformes totaux	0	0	0	0	10 ⁶ /ml
Coliformes thermotolérants	0	0	0	0	1/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	10/ml
Levures	0	0	0	0	10 ² /ml
Moisissures	0	0	0	0	0/ml
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	0/25g

III.3.3- Examen microscopique :

D'après les observations microscopiques des bactéries du yaourt au cours de notre étude, on a noté ce qui suit :

- Présence des GRAM⁺, en paires et surtout en chaînes (*Streptococcus thermophilus*). C'est une des espèces constituant la flore du yaourt.
- Absence des GRAM⁻.
- Du fait qu'il n'existe que des coques, on pense que notre ferment est composé d'une seule espèce.

Tableau 17 : Résultats de l'examen microscopique de la flore du yaourt étuvé au cours de la conservation.

Période de conservation	J1	J7	J14	J21
Coques	Présence des coques GRAM+	Présence des coques GRAM+	Présence des coques GRAM+	Présence des coques GRAM+
Bacilles	Absence	Absence	Absence	Absence

III.3.4- Test de dégustation :

L'objectif de l'analyse sensorielle est d'évaluer par le test de dégustation l'évolution de la qualité du yaourt étuvé au cours de notre étude. Les critères d'évaluation sont : l'aspect, l'odeur, la texture et la saveur.

Les résultats du test de dégustation mentionnés dans le tableau (18) et illustrés par les figures ont montré ce qui suit :

-**L'aspect** : Selon la moyenne de notation, l'aspect de notre produit est bon. Les différences sont liées aux taux de matière sèche ainsi qu'à la production des agents épaississants. Selon CORNING (1990 in BOURGEOIS et LARPENT, 1993), les ferments lactiques produisent des polysaccharides qui évitent la séparation de sérum et de coagulum (figure 36).

-**L'odeur** : En générale l'odeur de notre produit est bonne, cela est dû à l'addition d'arôme synthétique(figure 37).

-**La texture** : D'après les résultats enregistrés au cours de ce test, la texture de notre produit est bonne, ceci s'explique par l'ensemencement suffisant, par le métabolisme homofementaire, aux bonnes conditions et aux ferment actif (figure 36).

-**La saveur** : La saveur caractéristique du yaourt provient d'une combinaison de l'acide lactique et de divers composés, comme l'acétaldéhyde et le diacétyle.

D'après nos résultats, la saveur est plutôt bonne, cela s'explique par la production du composés carbonylés par les souches du ferment et par la présence aussi d'arôme synthétique (figure 37).

L'analyse de variance a montré que la durée de conservation n'affecte aucun des paramètres étudiés sauf la texture, en revanche un effet allant de significatif à hautement significatif ($p < 0,01$) a été enregistré avec le facteur dégustateur mis à part la saveur.

Tableau 18 : Résultats de l'analyse sensorielle du yaourt étuvé.

Traitement / Sujet	J1	J7	J14	J21	S.S
Aspect	1	6	6	6	* à **
	2	6	6	7	
	3	6	5	4	
	4	7	7	7	
	5	7	6	7	
	Moyenne	6,4	6	6,2	5,6
	S.S	NS			
Odeur	1	7	6	7	* à **
	2	7	6	7	
	3	5	5	5	
	4	5	6	5	
	5	7	6	7	
	Moyenne	6,2	5,8	6,2	5,6
	S.S	NS			
Texture	1	7	7	6	* à **
	2	7	7	6	
	3	6	5	4	
	4	7	7	6	
	5	7	7	6	
	Moyenne	6,8	6,6	5,6	4,8
	S.S	* à **			
Saveur	1	6	6	6	NS
	2	7	6	5	
	3	5	6	5	
	4	6	5	6	
	5	6	5	5	
	Moyenne	6	5,6	5,4	
	S.S	NS			

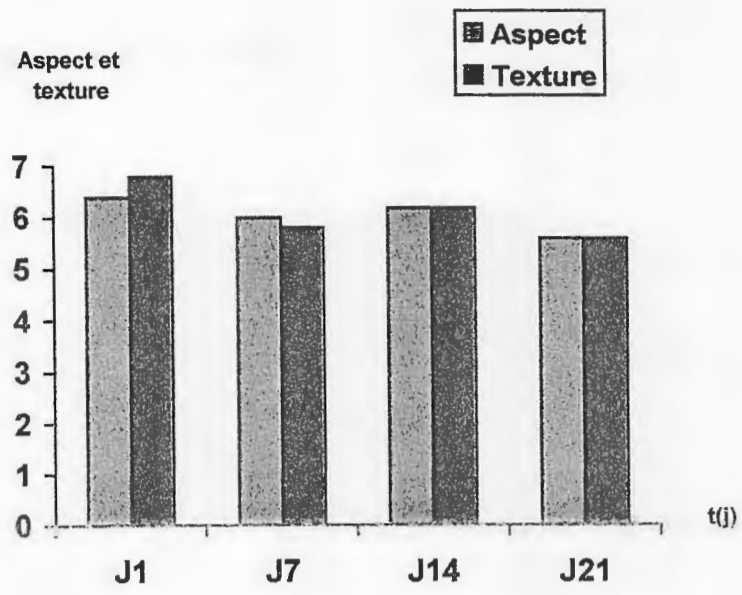


Figure 36: Evolution de l'aspect et de la texture

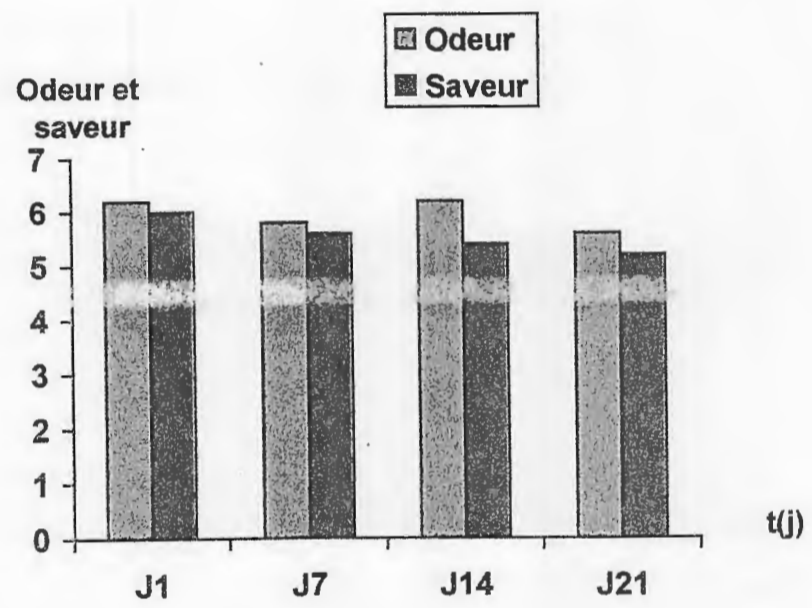


Figure 37 :Evolution de l'odeur et de la saveur

Conclusion générale :

Dans notre travail, nous avons contrôlé quelques aptitudes technologiques du ferment YF-L811. Les résultats obtenus ont montré que la dose 3% de levain est qualifiée meilleure en cas d'ensemencement indirecte, en revanche la dose 3g/L du ferment lyophilisé est la meilleure en cas d'ensemencement directe, car on a obtenu une acidité du lait et un pH à des valeurs demandées en un temps économique. Ce ferment est identifiés protéolytiques sur le milieu à 0.1% de lait écrémé et faible producteur d'exopolysaccharides, il est donc réservé pour le yaourt étuvé. Par ailleurs il est résistant à la faible dose de la gentamicine, ainsi qu'il s'adapte avec les arômes industriel et il présente également un pouvoir antagoniste vis à vis de *Salmonella* et *E.coli*.

Les résultats du contrôle des deux matières premières ont révélé que le lait à 26% et 0% matière grasse présente des caractères physico-chimiques conformes aux normes, avec une acidité de 16 °D à 17,5 °D et un pH de 6,7 à 6,77, la densité était de 1033.

L'analyse microbiologique du lait montre l'absence des germes pathogènes et la présence d'une flore aérobie mésophile totale avec un maximum de 530 germes/ml, représentée par les levures, signe de contamination au niveau de laboratoire ou lors du prélèvement.

Le contrôle microbiologique de l'eau montre la présence d'une flore aérobie mésophile totale dont le maximum est de 60 germes/ml représentée toujours par des levures, ainsi que la présence de quelques coliformes totaux : 6 à 9 germes/ml, mais ces résultats restent dans les normes.

A propos du suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et gustatifs du produit fini les résultats ont montré que:

La qualité physico-chimique et après 21 jours d'entreposage était satisfaisante avec une acidité moyenne de 77,8 °D et un pH de 4,25.

Le respect du côté hygiénique et l'effet des ferments ont contribué à l'obtention d'un produit de qualité microbiologique satisfaisante suite à l'absence des germes de contamination fécale et ceux pathogènes.

Les résultats de l'analyse sensorielle montrent que le yaourt présente une bonne qualité organoleptique.

Enfin, on recommande l'utilisation de la dose 3% de levain dans le cas d'un ensemencement indirecte et 2 pincées (0,3 g/100 ml) du ferment lyophilisé dans le cas d'un ensemencement directe, toutefois, le ferment doit être utilisé pour la fabrication du yaourt étuvé.

Annexes

ANNEXE 1 :

Milieu de culture :

1-Milieu M17 (GUIRAUD, 1998) :

- Peptone tryptique de caséine 2,5g.
- Peptone pepsique de viande 2,5g.
- Peptone pepainique de soja 5g.
- Extrait de levure déshydraté 2,5g.
- Extrait de viande 5g.
- Glysérophosphate de sodium 19g.
- Sulfate de magnésium 7H₂O 0,25g.
- Acide ascorbique 0,5g.
- Gélose 9 à 18g.
- Eau 950ml.
- PH= 7,1.

2-Milieu MRS (MAN, ROGOSA, SHARPE) (GUIRAUD, 1998):

- Peptone 10g.
- Extrait de viande 8g.
- Extrait de levure 4g.
- Acétate de sodium 5g.
- Phosphate bipotassique 2g.
- Citrate d'ammonium 2g.
- Sulfate de magnésium, 7 H₂O 0,2g.
- Sulfate de manganèse, 4 H₂O 0,05g.
- Glucose 20g.
- Tween 80 1ml.
- Agar 10g.
- pH = 6,2.

3-Milieu OGA (Gélose oxytétracycline Glucose) (GUIRAUD, 1998) :

- Extrait de levure 1g.
- Glucose 20g.
- Gélose 16g.
- Eau distillée 1000 ml.
- pH = 7.

4-Milieu CHAPMAN (Gélose manitol) (GUIRAUD) :

- Extrait de viande 1g.
- Péptone 10g.
- Chlorure de sodium 5g.
- Manitol 10g.
- Rouge de phénol 25g.
- Gélose 15g.
- pH = 7,4.

5-Milieu VRBL (Gélose billée au cristal violet et au rouge neutre) (GUIRAUD, 1998) :

- Peptone 7g.
- Extrait de levure 5g.
- Sels biliaires 1,5g.
- Lactose 10g.
- Chlorure de sodium 5g.
- Rouge neutre 30mg.
- Cristal violet 2mg.
- Gélose 12g.
- pH = 7,4.

6-Milieu YMA (Yeast-Milk- Agar) (GUIRAUD, 1998) :

- Extrait de levure 3g.
- Peptone 5g.
- Lait en poudre 1g.
- Gélose 15g.
- pH = 7,2.

7-Bouillon nutritif (GUIRAUD, 1998) :

- Peptone 10g.
- Extrait de viande 5g.
- Chlorure de sodium (facultatif selon la formule) 5g.
- pH = 7,2.

Réactifs : Coloration de GRAM (GUIRAUD, 1998) :

1-Lugol :

- Iode 1g.
- Iodure de potassium 2g.
- Eau distillée 300ml.

2-Violet de gentiane :

- Violet de gentiane 1g.
- Ethanol à 90% 10ml.
- Phénol 2g.
- Eau distillée 100ml.

3-Fushine de zichl :

- Fushine basique 1g.
- Alcool éthylique à 90° 10ml.
- Phénol 5g.
- Eau distillée 100ml.

ANNEXE 2 :

Questionnaire pour l'appréciation de la qualité organoleptique.

Nom : Prénom :

Date du test :

Les bouteilles du yaourt étuvé vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les quatre caractéristiques de couleur, odeur, aspect et de saveur du moyen du barème suivant :

7	Très bonne.
6	Bonne.
5	Plutôt bonne.
4	Ni bonne, ni mauvaise.
3	Plutôt mauvaise.
2	Mauvaise.
1	Très mauvaise.

ANNEXE 3 :

Dispositif mon-factoriel en randomisation totale :

$$tCG = \frac{\left(\sum_1^{tb} x\right)}{t.b} \quad SCE_T = \sum_1^{t.b} x^2 - tCG$$

$$SCE_{fE} = \frac{\sum_1^t \left(\sum_1^b x_i\right)^2}{b} - tCG$$

$$SCE_{fC} = \frac{\sum_1^t \left(\sum_1^b x_p\right)^2}{t} - tCG$$

$$SCE_r = SCE_T - (SCE_{fE} + SCE_{fC})$$

ANALYSE DE VARIANCE

$\sum CE$	SCE	ddl	CM	F _{obs}
TOT		(t . b) - 1		
f.E		t - 1	$\frac{SCE_{fE}}{t-1}$	$\frac{CM_{fE}}{CM_r} = a$
f.C		b - 1	$\frac{SCE_{fC}}{b-1}$	$\frac{CM_{fC}}{CM_r} = b$
r		(t - 1)(b - 1)	$\frac{SCE_r}{(t-1)(b-1)}$	

- t : nombre de traitement
- b : nombre de blocs
- TCG : taux global
- SCE : la somme des carrés des écarts
- f.E : facteur étudié
- f.c : facteur contrôlé
- r : écart résiduel
- SCE_r : la somme des écarts résiduels

Références bibliographiques :

1. ADRIAN J., FRANGUE R., 1986.
« La science alimentaire de A à Z ». Edition technique et documentation.
Lavoisier, Paris, 295 p.
2. AFNOR., 1995.
« contrôle de la qualité des produits alimentaires, analyse sensorielle ». 5^{ème} édition. Edition
technique et documentation. Lavoisier, paris, pp 133-301.
3. ALAIN L., 1989.
« Transformation of milk components during yogurt fermentation » dans « yogurt : nutritional
and health properties ». C.I.R. Daniel CARASSO, Doc, pp 95-113.
4. BADECHE., 1986.
« Essais de fabrication de yaouer et du lben à parti de poudre de lait enrichi en extrait de
levure et en ferments lactiques ».
Thèse de magister . Université de Constantine.
5. BOURGOIS C.M. et LEUVEAU J-Y., 1980.
« Technique d'analyse et de contrôle dans les industrie agroalimentaire ». Volume 3. TEC et
DOC . LAVOISIER ;pp 132-213.
6. CHAMPAGNE CP (1998).
« production des ferments lactiques dens l'industrie laitière ».
La fandation des gouverneurs et édisem (ed), Sainte-Hyacinthe, Canada.
7. CHOISY C., 1987.
« les levains lactiques et les bactéries lactiques » dans « le fromage ». Edition technique et
documentation Lavoisier 108-123p.
8. DELLAGIO. F, de ROISSARD H, TORRIANIS, CURK MC, JANSENS D
(1994). « Caractéristiques générales des bactéries lactiques » dans « Bactéries lactiques ».
(ed). Ibrica : Uriage. 25-116.
9. DESMAZEAUD Met MICHEL J., 1983.
« L'état de connaissances en matières de nutrition des bactéries lactiques »
Revue le lait ; pp 9-48.
10. GUIRAUD J-P ; 1998.
« Microbiologie alimentaire ». DUNOD, Paris ;pp 369-425.
11. GUYOT A, 1992. « Les yaourts ». TEC et DOC ; pp1-411.
12. HERMIER J., ACCOLAS J-P., 1989.
« Les yaourt et les laits fermentés » dans « Microbiologie alimentaire ». Tome 2 : Les
fermentations alimentaires.. Edition technique et documentation. Lavoisier, pp 191-204.
13. JERMYJAR L.J., 1989.
« yaourt nutritionnal end health properties » p 332.

14. JOFFIN C et JOFFIN J-N., 1999.
« Microbiologie alimentaire ». 5^{ème} édition.
C.R de DOC .PED. d'AQU, Bordeaux ; pp.124-145.
15. JUILLARD V., SPINLER N., DESMAZEAUD M-J., BOQUIEN C-Y., 1987.
« Phénomènes de coopération et d'inhibition entre les bactéries lactiques utilisées en industries laitières » dans revue « Lait : interaction entre bactéries lactiques » Tome 67 n° 2. Edition : INRA, pp149-162.
16. LARPENT J-P., 1991.
« Les ferments microbiens dans les I.A.A » : Produits laitiers et carnés.
C.D.J.U.P.A., pp1-117, pp 185-194.
17. LEVEAU J-Y et BOUIX M., 1993.
« Microbiologie industrielle ».
TEC et DOC, Lavoisier, Paris ; pp.170-386.
18. LUQUET.F-M., 1990. « Lait et produits laitiers ». Tome 2, 2^{ème} édition.
TEC et DOC, Lavoisier ; Paris ; pp.42-59.
19. MOUILLET. L et LUQUET. F.M., 1981.
« Antibiotique » dans « technique d'analyse et de contrôle dans les I.A.A ». volume 4 :
Analyse des constituants alimentaires.
TEC et DOC. Lavoisier ; PP307-395.
20. NOVEL G., 1993.
« Microbiologie industrielle, les micro-organismes d'intérêt industriel » Edition technique et
documentation. Lavoisier, Paris , pp 170-331.
21. PETRANSXIENE D., LAPIED L., 1981.
« La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers, analyse et test ».
2^{ème} édition : édition technique et documentation .Lavoisier, Paris, pp 235-259.
22. PILET M-F., MAGRASS., FEDERIGUI m., 1998.
«Bactéries lactiques» dans «Manuel de bactériologie alimentaire ». SUTRAL L.,
FEDERIGUI M .. JOUVE J-L., polytechnique. pp235-259.
23. RAMESH C et CHAUDUM . PH.D., 1989.
« Yogourt : nutritional and health properties ».
C.I.R DANIEL CARASSO, DOC., pp 95-115.
24. SALMINEN S et WRICHT. A.V., 1993.
«Lactic acide bacteria ». MARCEL. DEKKER; pp 1-63.
25. TERRE S., 1986.
«Propriétés technologiques, nutritionnelles et physiologiques de *Streptococcus thermophilus* et
Lactobacillus bulgaricus ». Revue de la technique laitière et marketing n° : 1008.

26. VEISSEYRE R. 1979.

« Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait ». Edition : La maison rustique, pp 329-340.

27. VUILLEMARD J-C., 1986.

« Microbiologie des aliments » Volume 3. Evolution de l'activité protéolytique des bactéries lactiques. Edition technique et documentation. Lavoisier, Paris, 165p.



Résumé :

Notre étude avait pour but le contrôle du ferment thermophile YF-L811 par la détermination de sa composition et de ces aptitudes technologiques, procédé à un contrôle de la qualité des deux principaux matières lait et l'eau et enfin un contrôle de la qualité physicochimique, micro biologique et gustative du yaourt étuvé .

Les résultats obtenus ont montré que le ferment est bon acidifiant (80°D par la dose 3% ou 0.3g /100ml avec le lait 0% matière grasse), à pouvoir protéolytique important avec la dose 0.1% du lait écrémé mais à faible pouvoir texturant, une résistance à la faible dose de la Gentamicine, une adaptation vis à vis des arômes industriels et un effet antagoniste puissant sur *Salmonella* et *E.coli*.

La qualité physicochimique du lait et du yaourt est conforme aux normes, d'autre part le lait, l'eau et le yaourt ont une bonne qualité micro biologique.

L'analyse sensorielle a montré que le yaourt est de bonne qualité organoleptique.

Mots clés : ferment thermophile, aptitudes technologique, lait, yaourt étuvé, qualité .

Summary :

Our study had as goals control of thermophilous leaven YF-L811 by the determination of his composition and these technological aptitudes, carried out a quality control of both principal elements milk and water and finally a physicochemical, microbiological and gustatory quality control of étuvé yoghourt.

The results obtained showed that the leaven is acidify (80°D by amount 3% or 0.3g/100ml with milk 0% substance fatty), with important proteolytic capacity with amount 0.1% of skimmed milk but with weak texturing capacity, a resistance to low amount of Gentamicine , an adaptation with respect to the aromas industrials and a powerful antagonistic effect on *Salmonella* and *E.coli*.

The physicochemical quality of milk and yoghourt is in conformity with the standards, another share milk, water and the yoghourt has a good microbiological quality.

The analyze sensory showed that the yoghourt is of good organoleptic quality.

Words keys : leaven thermophilous, technologic aptitudes, milk étuvé yoghourt.

ملخص

دراستنا كانت من أجل مراقبة خميرة الياورث YF-L811 و ذلك من خلال تحديد تركيبها و قدراتها التكنولوجية، القيام بمراقبة للنوعية للمادتين الأساسيتين (الحليب و الماء) وفي الأخير مراقبة النوعية الفيزيوكيميائية، الميكروبيولوجية و الحسية للياورث المحضن (المحضر).

النتائج المحصل عليها بينت أن الخميرة تملك قدرة جيدة على تغيير حموضة الوسط (80°D باستعمال جرعة 3% أو 0.30 غ/100مل في الحليب ذو 0% مادة دسمة)، ذات قدرة عالية لهدم البروتينيات مع التركيز 0.1% حليب منزوع الدسم لكن ضعيفة القدرة على تغيير اللزوجة، مقاومة للجرعة الضعيفة Gentamicine من المضاد الحيوي، تأقلم مع العطور الصناعية و قدرة كبيرة على تثبيط *Salmonella* و *E.coli*.

النوعية الفيزيوكيميائية للحليب و الياورث مطابقة للمقاييس، من جهة أخرى الحليب، الماء و الياورث ذو نوعية ميكروبيولوجية جيدة.

التحليل الحسي أظهر أن الياورث ذو نوعية حسية جيدة.

الكلمات المفتاح : الخميرة، القدرات التكنولوجية، الحليب، الياورث، النوعية.