

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

CENTRE UNIVERSITAIRE DE JIJEL

المركز الجامعي بجيجل

INSTITUT DE SCIENCES
DE LA NATURE

معهد العلوم الطبيعية

Mémoire

*De Fin d'étude en vue de l'Obtention du Diplôme
d'étude supérieure en biologie moléculaire cellulaire
Option MICROBIOLOGIE*

Thème

**ETUDE DE L'EFFET DE TROIS DOSES D'UN LEVAIN
THERMOPHILE SUR LA QUALITE PHYSICO-
CHIMIQUE ,MICROBIOLOGIQUE ET GUSTATIVE
D'UN YAOURT ETUVE NATURE .
SON COMPORTEMENT SUR TROIS TYPES DE LAIT
ET SA REACTION VIS A VIS DE TROIS DOSES DE
LA GENTAMICINE**

Jury composé de:

O.KISSERLI : *Président*
N.HAMAMES : *Examineur*
T.IDOUI : *Encadreure*

Présenté par :

DELLAL FATIMA
AMIROUCHE RADIA

Promotion 2001

N° d'Ordre

REMERCIEMENT

La louange à dieu seul qui nous a accordé cette compréhension et c'est grâce à dieu que nous avons pu réaliser ce mémoire.

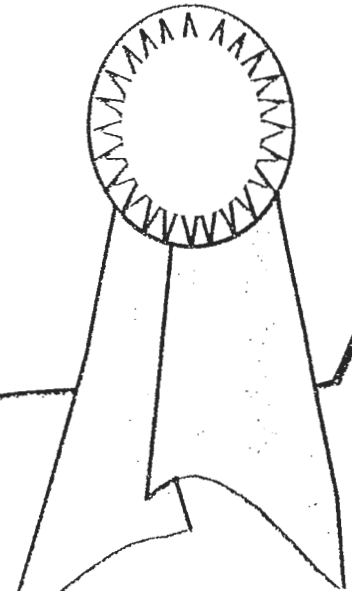
Nous tenons à exprimer profondément nos plus vifs remerciements à notre promoteur monsieur IDOUI TAYEB d'avoir proposé et dirigé ce travail, nous tenons également à lui exprimer notre profonde gratitude pour sa compréhension, sa compétence et ces conseils avisés

Tous les techniciens de laboratoire de l'institut de biologie.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour accomplir notre travail.

FATMA

RADIA



Dédicaces

: Je dédie ce modeste mémoire

- A mon très cher père qui m'a offert les meilleurs conditions pour mon succès*

A ma mère source de tendresse

A mes sœurs Yamina et son mari M^r MERABET Bachir , Karima et son mari M^r MENIA Mekki

A Assia et Nassima que je lui souhaite une bonne réussite au bac 2002

A mes frères Mohamed , Khaled , Azzeddine et Rabeh

A mon frère Ammar et sa femme Nassira qui ma aidée beaucoup de réalisée ce mémoire

A tous mes nièces et nouveau particulièrement : Nour El Houda

Shaima , Zakaria, Khadija , Zeineb, Badereddine , Khaoula , Yasser.

A mes amies : Dounia, Keltoume, Fatiha z, Wazina, Maya , Fatima², Samira , Nihad,

A mon encadreur M^r IDOUI Tayeb

A toutes la première promotion de biologie 2001

A tout ceux que j'aime.

RADIA

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	

CHAPITRE I : LES BACTERIES LACTIQUES

I-1) Définition	2
I-2) Caractères généraux	2
I-3) Origine	3
I-4) Classification	3
I-5) Les bactéries lactiques du yaourt	5
I-5-1- <i>Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus</i>	5
I-5-2- <i>Streptococcus salivarius subsp thermophilus</i>	7
I-6- Problèmes physiologiques nutritionnels des ferments du yaourt	9
I-6-1) Exigences en facteurs de croissance azotées	9
I-6-2) Exigences en vitamines	9
I-6-3) Exigences en bases azotées	9

CHAPITRE II : LES LEVAINS LACTIQUES

II-1) Définition et rôle des levains lactiques.....	10
II-2) Principaux levains et leurs compositions	10
II-3) Différentes formes de levains	11
a) cultures liquides	11
b) Cultures lyophilisées	11
c) Cultures concentrées	11
d) Cultures concentrées congelées.....	11
e) Cultures concentrées lyophilisées	12
II-4) Production du levain	12
II-5) Choix du levain.....	12
II-6) Conservation des levains	12

CHAPITRE III : ALTERATION DES PROPRIETES DES BACTERIES LACTIQUES

III-1) Le substrat	14
--------------------------	----

III-1-1) Substances naturelles du lait cru.....	14
III-1-2) Substances issues des traitements du lait.....	15
III-1-3) Résidus de substances ajoutées.....	15

CHAPITRE IV : LE YAOURT

IV-1) Définition	17
IV-2) Classification	17
IV-3) Technologie de fabrication de yaourt	18
IV-3-1) Préparation et traitement du lait	18
IV-3-2) Pasteurisation	19
IV-3-3) Ensemencement	19
IV-3-4) Etuvage.....	20
IV-3-5) Arrêt de la fermentation	20
IV-3-6) Conditionnement	20
IV-4) La qualité des yaourts	22

CHAPITRE V : LES MODIFICATIONS BIOCHIMIQUES AU COURS DE LA

PRODUCTION DU YAOURT

V-1) Production d'acide lactique	23
V-2) Production d'arômes	26
V-3) Production de polysaccharides	28
V-4) Abaissement du pH	28

CHAPITRE VI : INTERETS BIOLOGIQUE DU YAOURT

VI-1) Amélioration de la digestibilité	29
VI-1-1) La digestion du lactose	29
VI-1-2) La digestion des protéines	29
VI-1-3) L'absorption du calcium et des minéraux	30
VI-2) Effet sur le transit et sur la flore intestinale	30
VI-3) Prévention des maladies cardio-vasculaires et l'influence sur la cholestérolémie...	31
VI-4) Production d'antibiotique	31
VI-5) Action bénéfique sur la croissance	31

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

I) Objectif	32
II) Matériel et méthodes	32
II-1) Matériel	32
II-1-1) Levain	32
II-1-2) Lait	32
II-1-3) Emballage	33
II-1-4) Antibiotique	33
II-1-5) Milieux de cultures	33
II-2) Méthodes	34
II-2-1) Effet de trois doses d'un levain thermophile sur la qualité physico-chimique, microbiologique et Gustative d'un yaourt étuve nature au cours de la fabrication et de l'entreposage	34
II-2-1-1) Les différentes étapes de la fabrication du yaourt	34
a) Préparation du ferment	34
b) Préparation du lait	34
c) Pasteurisation	34
d) Conditionnement	34
e) Ensemencement	36
f) Etuvage	36
g) Refroidissement	36
II-2-1-2) Analyses physico-chimiques	36
a) Détermination de l'acidité Dornic	36
b) Mesure du pH	37
c) Détermination de la matière sèche	37
II-2-1-3) Analyses microbiologiques du yaourt	37
a) Choix de la méthode	37
b) Prise d'échantillon	37
c) Recherche et dénombrement des germes totaux	37
d) Recherche des levures et moisissures	38
e) Recherche des staphylocoques	38
II-2-1-4') Test de dégustation	38

II-2-2) Comportement d'un levain thermophile sur trois biotopes (trois types de lait)	40
II-2-2-1) Les différentes étapes de la fabrication du yaourt	40
II-2-2-2) Analyses physico-chimiques et microbiologique	40
II-2-2-3) Test de dégustation	40
II-2-3) Effet de trois doses d'un antibiotique la Gentamicine sur le pouvoir fermentaire d'un levain thermophile	42
II-2-3-1) Les différentes étapes de la fabrication du yaourt	42
II-2-3-2) L'addition de l'antibiotique	42
II-2-3-3) Analyses physico-chimiques	42
II-2-4-) Analyses statistiques	42
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION	44
CONCLUSION GENERALE	80
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

ANNEXE I : Milieux de cultures

ANNEXE II : Le barème de notation de l'analyse sensorielle

ANNEXE III

III-1) Test de FRIEDMAN

III-2) Dispositif Monofactoriel en bloc

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principaux caractères de : <i>Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus</i> -	6
Tableau 2 : Principaux caractères du: <i>Streptococcus salivarius subsp thermophilus</i> -	8
Tableau 3 : Evolution de l'acidité lactique et du pH au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature.	45
Tableau 4 : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation du yaourt étuvé nature(g/10ml).	49
Tableau 5 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé nature.	51
Tableau 6 : Evolution du nombre de micro-organismes des trois flores au cours de la conservation du yaourt étuvé nature (n. 10 ² germes/ml).	54
Tableau 7 : Résultats de l'analyse sensorielle.	57
Tableau 8 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la fabrication des différents types de yaourt étuvé.	61
Tableau 9 : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation des yaourts étuvés natures (g/ 10 ml).	64
Tableau 10 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation des différents yaourts étuvés natures.	66
Tableau 11 : Résultats de l'analyse microbiologique des différents produits finis (n.10 ² germes /ml).	69
Tableau 12 : Résultats de l'analyse sensorielle des différents yaourts étuvés.	71
Tableau 13 : Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de trois doses de la Gentamicine au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature.	75

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Différents isomères de l'acide lactique.....	2
Figure 2 : Diagramme de fabrication des yaourts.....	21
Figure 3 : Principales voies du métabolisme du glucose et du galactose.....	25
Figure 4 : Sorts métaboliques de pyruvate.....	27
Figure 5 : Processus de fabrication du yaourt étuvé nature avec les différentes doses des ferments.....	35
Figure 6 : Fabrication du yaourt étuvé nature par les trois types de lait(chèvre, vache, pasteurisé).....	41
Figure 7 : Schéma de processus de fabrication du yaourt étuvé nature avec du lait contaminé par un antibiotique la Gentamicine.....	43
Figure 8 : Evolution de l'acidité lactique et du pH au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature.....	47
Figure 9 : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation du yaourt étuvé nature(g/10ml).....	49
Figure 10 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé nature.....	52
Figure 11 : Evolution du nombre de micro-organismes des trois flores au cours de la conservation du yaourt étuvé nature (n. 10^2 germes/ml).....	54
Figure 12 : Evolution de la texture et du goût des yaourts au cours de la conservation.....	59
Figure 13 : Evolution de l'odeur et de la couleur des yaourts au cours de la conservation.....	58
Figure 14 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la fabrication des différents types de yaourts étuvé.....	62

Figure 15 : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation des yaourts étuvés naturels (g/10 ml).....	64
Figure 16 : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation des différents yaourts étuves naturels.....	67
Figure 17 : Résultats de l'analyse micro-biologique des différents produits finis (n.10 ² germes/ ml).....	59
Figure 18 : Evolution de la texture et du goût des différents types du yaourt au cours de la conservation.....	73
Figure 19 : Evolution de l'odeur et de la couleur des différents types du yaourt au cours de la conservation.....	78
Figure 20 : Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de la première dose de la Gentamicine au cours de la fabrication du yaourt étuve nature.....	76
Figure 21 : Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de la deuxième dose de la Gentamicine au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature.....	77
Figure 22 : Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de la troisième dose de la Gentamicine au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature.....	78

RESUME

Notre première étude a été menée sur l'effet de l'utilisation de trois doses d'un Levain thermophile sur la qualité physico-chimique, microbiologique et Gustative du yaourt étuvé nature. Les résultats obtenus ont montré que les doses de 3% et 4% sont économiques, que le produit fini a présenté une bonne qualité physico-chimique et microbiologique au cours de la conservation mais sur le plan Gustatif, le yaourt à 3% des ferments est le plus apprécié.

L'utilisation de trois types de lait pour la fabrication du yaourt étuvé, a montré que les ferments donnent les meilleures performances technologiques sur le lait de vache et le lait pasteurisé, toutefois les dégustateurs ont apprécié beaucoup plus le yaourt du lait pasteurisé.

Enfin les résultats de l'étude portant sur l'effet de trois doses de la Gentamicine sur le pouvoir fermentaire des ferments du yaourt ont montré que la dose extrême de l'antibiotique affecte nettement l'activité métabolique des ferments, toutefois une perturbation de la vitesse de production de l'acide lactique est noté avec le reste des doses.

Mots clés : Levain, Ferment, Yaourt, Gentamicine, Lait.

Summary

Our first study has been led on the effect of the use of three doses of a leaven thermophile on the physico - chemical, microbiological and gustatory quality of yogurt steamed nature. The gotten results showed that doses of 3% and 4% are economi

c, that the finished product presented a good physico - chemical and microbiological quality during the conservation but on the Gustatory plan yogurt to 3% of ferments is the more appreciated.

The use of three types of milk for the manufacture of yogurt steamed, showed that ferments give the best technological performances on the milk of cow and the pasteurized milk, however tasters appreciated the yogurt of the pasteurized milk a lot more.

In short results of the survey carrying on the effect of three doses of the Gentamicine on power fermentary of the yogurt ferments showed that the extreme dose of the antibiotic affects the metabolic activity of ferments distinctly, however a disruption of the speed of production of the lactic acid is noted with the remainder of doses.

Key words: Leaven, Ferment, Yogurt, Gentamicine, Milk.

ملخص

دراستنا الأولية تمت حول تأثير استعمال ثلاثة تراكيز خميرة الياوورت على النوعية الفيزيو كيميائية، الميكروبيولوجية والحسية للياوورت الطبيعي.

النتائج المتحصل عليها أظهرت أن التركيزان 3% و 4% إقتصاديان لوقت التصنيع وبأن المنتج النهائي أظهر خصائص فيزيو كيميائية وميكروبيولوجية جيدة وهذا خلال مدة الحفظ، ومن جهة أخرى تبين أن الياوورت المحضر بـ 3% من الخميرة هو الأفضل من الناحية الحسية.

استعمال ثلاث أنواع من الحليب لصناعة الياوورت الطبيعي أظهر أن الخميرة تعطي أفضل الخصائص التكنولوجية على حليب البقرة والحليب المبستر من جهة أخرى ومن الناحية الحسية تبين أن ياوورت الحليب المبستر هو الأفضل.

وفي الأخير ومن خلال نتائج الدراسة المتعلقة بتأثير ثلاث تراكيز للمضاد الحيوي على القدرة التخمرية تبين أن التركيز الأقصى يؤثر سلبا على النشاط الأيضي للخمائر.

كما لاحظنا أن باقي التراكيز تؤثر أيضا على سرعة إنتاج حمض اللبن.

كلمات المفتاح : الخميرة ، الياوورت ، المضاد الحيوي ، الحليب

LISTE DES ABREVIATIONS

C : degré Celsius

D° : degré Dornic

g : grammes

h : heure

J : jours

ml : millilitre

pH : potentiel hydrogène

t : temps

UI : Unité internationale

% : pour-cent

D : dose des ferments

Abs : absence

pHi : pH isoélectrique

DA : la dose de l'antibiotique

NS : Effet non significatif

(*) : Effet Significatif

(**) : Effet Hautement significatif

INTRODUCTION

A l'instar des autres pays en voie de développement, le lait et les produits laitiers occupent une place importante dans l'alimentation humaine en Algérie.

Les yaourts sont très appréciés à cause de leur onctuosité, fraîcheur et leur arôme mais aussi leurs vertus nutritionnelles et sanitaires. Cependant, toute industrie du yaourt désireuse de satisfaire sa clientèle doit veiller sur la qualité sanitaire (microbiologique) entre celle organoléptique de ces produits.

C'est ainsi que ces industries se penchent sur l'utilisation de différentes doses de Levain et différentes origines de lait afin d'améliorer la qualité du produit et de garantir sa salubrité, toute fois les producteurs laitiers se trouvent face au problème de contamination de la matière première par les résidus des antibiotiques et cherchent toujours les moyens pour remédier.

C'est dans cette optique que nous nous sommes proposés d'investir nos connaissances.

Notre travail se compose de deux parties :

La première, bibliographique va faire le point de connaissance dans le domaine des bactéries lactiques, les Levains lactiques et leur métabolisme d'une part, et d'autre part sur la technologie de fabrication du yaourt, son altération et ses biens faits sanitaires.

La seconde, expérimentale dans laquelle et dans un premier temps, on va fabriquer un yaourt étuvé nature, en utilisant trois doses 2%, 3% et 4% d'un Levain thermophile et étudier l'effet de ces derniers sur la qualité physico-chimique, microbiologique et Gustative du produit fini au cours de la fabrication et de l'entreposage frigorifique.

Dans un deuxième temps, on va étudier l'évolution des paramètres physico-chimique, microbiologique et Gustative de trois types de yaourt fabriqués avec du lait de vache, de chèvre et du lait pasteurisé et cela au cours de la production et de la conservation.

Enfin, dans un dernier temps, on va tester le comportement de notre Levain vis à vis de trois doses de la Gentamicine au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature.

LES BACTERIES LACTIQUES

I.1) Définition :

ECK et LAVOISIER (1987), rapportent que les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes capable d'excréter l'acide lactique (D(-), L (+) ou DL) qui sont représentés dans la figure 1, certains sont homofermentaire d'autre sont hétérofermentaire (elles produisent plus de l'acide lactique, l'éthanol et l'acide acétique).

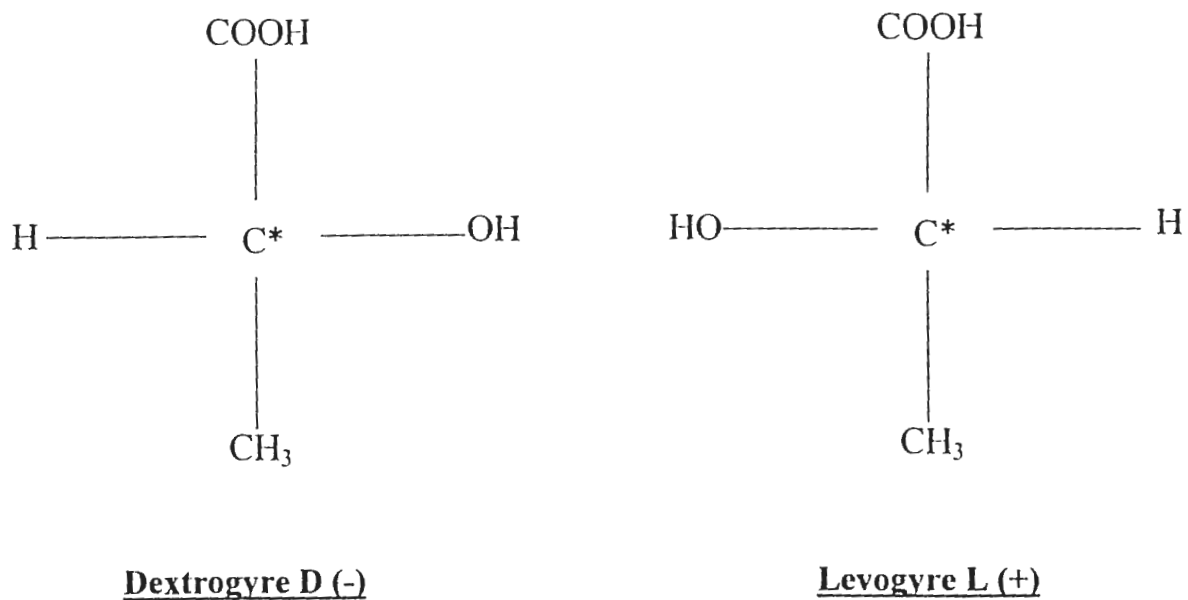


Figure 1 : Différents isomères de l'acide lactique.
(OUAHES et DEVALLEZ, 1988).

I.2) Caractères généraux :

D'après ECK et LAVOISIER (1987), pour caractériser correctement les bactéries lactiques, il convient de prendre en compte leurs caractères microbiologiques suivants :

- Elles sont à Gram (+) positive.
- Asporogènes.
- Anaérobies mais aérotoleérantes (Microaérophiles).

- Ne possèdent pas la catalase (certaines souches possèdent une pseudo-catalase).
- Non pigmenté.
- Elles peuvent être sous forme de batonnets allongés (Lactobacilles) ou sous forme de sphère plus ou moins ovoïdes (cocci, ex : Streptocoques).
- Elles sont dépourvues de cytochromes.
- Elles sont exigeantes en facteurs de croissance surtout en vitamine B.
- Ne réduisent pas les nitrates.
- Leurs capacités de synthèse sont faibles elles présentent souvent plusieurs auxotrophies pour les acides aminés, les bases nucléiques, les vitamines et certains acides gras.

I.3) Origine :

Les bactéries lactiques ont été isolées de nombreux milieux naturels végétaux (plantes et fruits), animaux et humains (cavités buccale et vaginale, fèces, lait...).

Certaines espèces semblent adaptées à un environnement spécifique et ne sont guère trouvées ailleurs que dans leur habitat naturel. (LUQUET et LAVOISIER, 1986).

Les espèces des genres *Streptococcus* et *Lactococcus* ou *Leuconostoc* se rencontrent plutôt chez les hommes, les animaux et les oiseaux, on peut les isoler de la peau des animaux, des matières fécales et des poussières en résultant, mais aussi de l'ensilage, du foin ou des grains.

Les espèces du genre *Lactobacillus* sont encore plus répandues dans la nature. On les trouve dans les végétaux où elles assurent l'acidification de l'ensilage. On les trouve aussi dans l'intestin des animaux et de l'homme, car *Lactobacillus acidophilus* résiste aux sels biliaires. *Lactobacillus acidophilus* entre dans la flore normale du vagin, ou sa présence empêche l'invasion par *Candida albicans*. Peu d'espèces ont un caractère pathogène (LENOIR, et al, 1992).

I.4) Classification :

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 de l'acide lactique produit, la température de croissance et les exigences azotés. D'après HOLT et al, (1994) on distingue deux grands groupes :

1°. Groupe des homofermentaires : qui produit l'acide lactique avec un rendement de 90-97%, il comporte trois genres :

- *Thermobacterium (Lactobacilles)* : Batonnets longs séparés ou en chaînes, ils sont thermophiles avec un optimum de température 40 –50°C et acidifiants, très énergétiques.
- *Streptobacterium* : Batonnets courts, mésophiles avec un optimum de température de 30°C . Acidification lente ou beaucoup plus durable.
- *Streptococcus* : Forme sphérique en chaînettes, sont acidifiants.

2°. Groupe des hétérofermentaires :

En plus de l'acide lactique, il y a production d'autres substances, il comporte trois genres :

- *Béfidobacterium* : Batonnets courts fourchus au bout, produisant de l'acide acétique en plus de l'acide lactique.
- *Betabacterium* : Batonnets courts fourchus, en plus de l'acide lactique produisent de l'acide succinique et des gazs.
- *Betacoccus (Leuconostoc)* : forme sphérique, produisent des substances et peu d'acide lactique quand il y a fermentation (HOLT et al, 1994).

D'après LENOIR et al.(1992), la classification des bactéries lactiques vient d'être totalement revue et simplifiée grâce aux apports modernes de la taxonomie moléculaire.

Les mêmes auteurs rapportent que les espèces bactériennes du groupe lactique appartiennent aux cinq genres suivants :

- *Lactococcus*
- *Streptococcus*
- *Lactobacillus*
- *Pediococcus*
- *Leuconostoc*.

Les bactéries du yaourt font partis des genres *Streptococcus* et *Lactobacillus*.

I.5) Les bactéries lactiques du Yaourt :

D'après GUYOT (1992), les ferments utilisés pour la fabrication du yaourt doivent appartenir aux espèces *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*.

Ces deux bactéries associées dans la préparation du Yaourt ont pour rôle principale d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel ou coagulum. Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldehyde principalement, cétone, acétoïne, diacctyle). En fin par la production de polysaccharides (glucanes et fructosanes).

I.5.1) *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* :

La classification proposée par ROGOSA (1974 in SALMINEN et WRIGHT, 1993) inclut *Lactobacillus bulgaricus* dans une subdivision du genre *Lactobacillus* qui comprend les Lactobacilles homofermentaires (ne produit que de l'acide lactique au cours de la fermentation du lactose).

Il se développe bien à la température de 45°C à 50°C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1.8 pourcent (pH voisin de 4,5), voire, avec certaines souches, jusqu'à 2.7 pourcent d'acide lactique (pH 3.8 à 3.6). (SALMINEN et WRIGHT, 1993).

I.5.1.1) Morphologie :

D'après SALMINEN et WRIGHT, (1993). *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* est un Lactobacille très polyforme suivant l'âge de la culture, le milieu utilisé et la souche considérée.

Les batonnets sont courts dans les cultures jeunes mais peuvent donner naissance à des formes extrêmement longues, filamenteuses dans les vieilles cultures présentant parfois des renflements ou des ébauches de ramifications et la présence de granules métachromatiques est un caractère de différenciation entre *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* et *Lactobacillus helveticus*.

I.5.1.2) Les caractères généraux:

Sont représentés dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Principaux caractères de :
Lactobacillus delbrueckii subspbulgaricus (SALMINEN et WRIGHT, 1993)

Caractères génotypiques	
- Contenu de l'ADN en G + C	Voisin de 50%
- Homologie des acides nucléiques	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> ≥80 %.
Caractères phénotypiques	
- Morphologie	Granules métachromatiques 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 B ₂)	+
• Vitamine B ₁₂	-
• Pyridoxal	-
- Production du gaz à partir du glucose	-
- Croissance	.
à 15°C	-
à 45°C	+
- Hydrolyse de l'arginine	-
- Acide lactique (%) produit dans le lait.	≤ 1.8 %
- Sucres fermentés :	
- Fructose	+
- Galactose	+
- Glucose	+
- Lactose	+
- Maltose, mannitol, mannose	-
- Tréhalose, saccharose, Pentoses.	-

1.5.2) *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*:

Selon SALMINEN et WRIGHT (1993), la classification inclut *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* dans une subdivision du genre *Streptococcus* qui comprend les Streptocoques homofermentaires (utilisation de la glycolyse comme voie de fermentation, produit de fermentation : l'acide lactique).

1.5.2.1) Morphologie :

D'après SALMINEN et WRIGHT (1993), *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* se présente sous forme de cellules sphériques ou ovoïdes, en paires ou en longues chaînes. Ces dernières sont caractéristiques des cultures en pleine phase de croissance. On observe un polymorphisme prononcé dans les cultures âgées, où les cellules apparaissent souvent déformées, très grosses et allongées.

1.5.2.2) Ecologie :

C'est un Streptocoque caractéristique du lait et des produits laitiers, qui n'est qu'accidentellement isolé d'autres niches écologiques. SALMINEN et WRIGHT (1993).

1.5.2.3) Les caractères généraux :

SALMINEN et WRIGHT (1993), rapportent que cette espèce présente un caractère thermophile accusé, elle ne se développe pas à 10 °C, généralement pas au-dessous de 20 °C, se développe bien à 37 °C et 40 °C, mais croît encore à 50 °C et parfois à des températures supérieures et c'est un caractère de différenciation des autres Streptocoques. Thermorésistant, il survit au chauffage à 65 °C pendant 30 minutes ou à 74 °C pendant 15 secondes.

Nettement moins acidifiant que le lactobacille, il produit généralement de 0.5 à 0.6 pourcent d'acide lactique (pH voisin de 5.2). Certaines souches sont capables de supporter un pH de 4.3 à 3.8.

Il est homofermentaire et très exigeant en vitamine B, en nourriture azotée et en acides aminés.

Les caractères généraux sont représentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Principaux caractères du :

Streptococcus salivarius subsp thermophilus selon (SALMINEN et WRIGHT, 1993)

Caractères Génotypiques	
<ul style="list-style-type: none"> - Contenu de l'ADN en G + C - Homologie des acides nucléiques 	<p>Voisin de 40%</p> <p><i>Streptococcus thermophilus</i> est différents des Streptocoques voisins.</p>
Caractères phénotypiques	
<ul style="list-style-type: none"> - Morphologie - Isomère de l'acide lactique - Température de croissance - Culture à 10°C - Culture à 45°C - Thermoresistance à 65°C . 30 min - Croissance en présence de NaCl 2 % - Groupe sérologique - Hydrolyse de l'arginine - Action sur le lait tourmosole - Sucres fermentés : <ul style="list-style-type: none"> - Trehalose, mannitol - Fructose, glucose, lactose, sucrose - Maltose, Pentose (xylose et arabinose). 	<p>Cellules sphériques ou ovoïdes en paires ou en longues chaînes- polymorphisme prononcé dans les cellules âgées.</p> <p>L (+)</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>absence d'antigène de groupe</p> <p>-</p> <p>acidification rapide. coagulation reduction très lente est souvent incomplète</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p>

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



I.6) Problèmes physiologiques et nutritionnels des ferments du Yaourt :**I.6.1) Exigences en facteurs de croissance azotés :****a) Utilisation des acides aminés :**

D'après LENOIR et al (1992), les bactéries lactiques exigent la fourniture exogène d'acides aminés pour leur croissance, car elles sont en général incapable d'en effectuer la synthèse à partir d'une source azotée minérale simple.

Les exigences en acides aminés des Streptocoques thermophiles sont différentes de celles des lactocoques. Ils ont besoin non seulement d'acide glutamique, d'histidine, cystine, methionine mais aussi de valine, leucine et tryptophane ou de tyrosine.

b) Utilisation des peptides :

DESMAZEAUD (1983), rapporte qu'une fois les acides aminés épuisés, les bactéries lactiques utilisent la fraction non protéique du lait. Les peptides peuvent être hydrolysés à l'extérieur de la cellule et transportés sous forme d'acides aminés.

De nombreux peptides stimulent la croissance et la production d'acide lactique de *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*.

L'effet stimulant global sur la production d'acide dans le lait obtenu avec un peptide est, chez *Streptococcus salivarius subsp 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 subsp bulgaricus*.

I.6.2) Exigences en vitamines :

Vis-à-vis des vitamines, toutes les espèces de lactobacilles et de streptocoques présentent une exigence absolue pour les vitamines.

Les Streptocoques thermophiles ont une exigence absolue en acide pantothénique et en riboflavine. (DESMAZEAUD, 1983).

I.6.3) Exigence en bases azotées :

Selon (DESMAZEAUD, 1983), les Streptocoques thermophiles présentent une exigence pour les bases : Adénine, Guanine, uracile. Dans les milieux synthétiques, les lactobacilles exigent la présence d'adénine, cytidine, desoxyguanosine, guanine, thymidine et d'uracile. D'autre part, l'acide orotique, qui est un intermédiaire de la synthèse

des bases puriques, est un facteur de croissance pour *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*.

LES LEVAINS LACTIQUES

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. Cela dit, on doit remarquer qu'il existe deux secteurs de production sensiblement différents:

Le secteur traditionnel et le secteur industriel.

Le yaghourt constitue un bon exemple de produit de grande consommation qui a connu un essor industriel sans précédent au cours des trois dernières décennies.

Dans la plupart des fabrications, les levains sont constitués de mélange de souches, dans lesquelles interviennent des interactions. ACCOLAS (1975 in DE ROISSART et LUQUET, 1993).

II.1) Définition et rôle des levains lactiques :

Selon ECK et LAVOISIER (1987), les levains lactiques sont des cultures microbiennes servant à stimuler une fermentation dans un milieu, assurant deux fonctions essentielles :

- Abaisser le pH du milieu en transformant le lactose en acide lactique. Cette acidification intervient comme facteur de la coagulation et de la synérèse des caillés.
- Contribuer aux qualités organoléptiques du produit.

II.2) Principaux Levains et leurs compositions :

D'après ECK et LAVOISIER (1987), trois types de levains sont utilisés commercialement :

a) Levains de culture pure :

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

b) Levains mixtes :

Constitués de mélange de souches sélectionnées. Les levains mixtes mésophiles sont généralement composés de souches acidifiantes, le plus souvent *Streptococcus cremoris*

de souches aromatiques comme *Leuconostoc cremoris* (Levain de type B) ou *Streptococcus lactis subsp diacetylactis* (levain de type D) ou les deux (levain de type BD).

c) Levains naturels :

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

II.3) Différentes formes de levains :

Les souches sont livrées sous différentes formes résumées par JERMIJA et al(1989):

a) 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 conservent mal.

b) Cultures lyophilisées :

Elles sont préparées à base de cultures liquides additionnées d'un substrat protecteur pour congélation suivi 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 à 10^{10} bactéries/ml.

c) 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.

d) 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)

e) 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 de levain.

II.4) Production du Levain :

Le mode classique de production du 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.

La préparation concentrées, sous forme lyophilisée ou sous forme congelée, permettent d'envisager l'ensemencement direct des cuves de fermentation, ce qui à l'avantage de supprimer la préparation des ferments dans l'usine.

On considère généralement que la proportion entre les deux souches de base, qui assurent l'acidification, doit être de 1/1. (**BOURGEOIS et LARPENT, 1996**).

II.5) Choix du levain :

Le choix dépend de la nature du produit qu'on voulait obtenir, de la température de croissance du levain et les aptitudes du levain tel que la compatibilité au problème de bactériophages. (**ECK et LAVOISIER, 1987**)

II.6) Conservation des levains :

Le levain du yaourt comprend au minimum une souche de *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* et une souche de *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*. complète, en général, par une ou plusieurs souches appartenant aux même espèces mais qui possèdent des caractéristiques particulières (production de composés carbonyle, de matériel polysaccharidique...etc).

Les levains peuvent être conservés :

- A l'état liquide dans du lait sec reconstitué qui, après inoculation et incubation à 30°C pendant 16 à 18 h ou à 42°C pendant 3 à 4 h, est conservé à une température inférieure à 10°C:
- A l'état sec, après une lyophilisation qui nécessite l'emploi d'agents protecteurs, tel que le lait écrémé :
- A l'état congelé, à -40°C avec éventuellement un cryoprotecteur comme le glycérol ou à -196°C, dans l'azote liquide (**BOURGEOIS et LARPENT, 1996**).

ALTERATION DES PROPRIETES DES BACTERIES LACTIQUES

L'expression des diverses propriétés des bactéries lactiques varie avec différents facteurs. Le problème pour le fabricant est de maîtriser l'activité des espèces et des souches de façon à maintenir constants les caractères spécifiques de son produit faute de quoi il y a une modification de la qualité, ce qui constitue une altération. La croissance des bactéries lactiques, leur cinétique d'acidification et leur développement, tous ces caractères sont sous la dépendance des facteurs d'origines variés dont les effets peuvent être légers ou forts, mais pouvant se compléter ou s'opposer.

Souvent entremêlées, ayant des effets semblables, ils sont parfois bien difficiles à identifier. L'utilisateur de bactéries lactiques ne doit négliger aucun de ces facteurs. Il doit s'efforcer de mettre en place les actions de prévention permettant d'en améliorer sérieusement le contrôle. (LENOIR et al, 1992).

III.1) Le substrat:

Le lait, en raison de sa composition peut être considéré comme un bon milieu de culture. Cependant les conditions de sa production et des traitements qu'il subit peuvent le faire varier au point de modifier la croissance et le métabolisme des bactéries lactiques.

Il faut aussi rappeler que certaines souches sélectionnées peuvent avoir des exigences particulières. D'où la nécessité de connaître leur aptitude à utiliser les composants du lait (LENOIR et al, 1992).

III.1.1) Substances naturelles du lait cru :

a) substances inhibitrices :

Le lait cru contient différentes substances antibactériennes : agglutinines, système lactoperoxydase – thiocyanate... qui sont capables, non seulement d'avoir une action sur la flore de contamination du lait mais également sur les levains lactiques apportés par ensemencement.

Bien que le taux de ces substances dans le lait paraisse assez constant, leur action est variable car elle peut être modifiée par la présence de substances stimulantes dont le

taux est lui-même variable, notamment avec les saisons. (LENOIR et al, 1992).

III.1.2) Substances issues des traitements du lait:

LENOIR et al(1992), rapportent que le chauffage du lait entraîne la transformation de certains constituants avec apparition de substances ayant des propriétés inhibitrices ou stimulantes, par ailleurs il permettait la destruction des substances inhibitrices quand ils atteignaient ou dépassait 82°C pendant 20 secondes.

D'autre part il provoque l'hydrolyse de certaines protéines avec formation de composés à groupes sulfhydriques libres qui favorisent la croissance bactérienne.

Les mêmes auteurs ajoutent qu'à une température proche de 120°C pendant 15 à 20 minutes il donne naissance à des acides aminés et à des peptides stimulants. Dans ces mêmes conditions, il y a apparition, à partir du lactose, des substances utiles aux bactéries lactiques notamment de l'acide formique.

III.1.3) Résidus de substances ajoutées :

a) Antibiotiques :

D'après LENOIR et al(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 lait d'une vache récemment traitée contient généralement plus de 1000 UI d'antibiotique/litre. Cette présence est traduit par le ralentissement, voire l'absence de l'acidification d'ou, selon les produits, les défauts de coagulation, d'égouttage, d'aromatisation, d'affinage... De plus, l'inhibition des ferments lactiques permet le développement des bactéries coliformes avec, notamment, de défauts de gonflement.

Les accidents dus aux antibiotiques sont souvent très spectaculaires et, avec ceux due aux bactériophages parmi les plus graves.

Actuellement, à l'exception de la colistine, il apparaît que tous les antibiotiques et notamment la Pénicilline ont un rôle néfaste sur les bactéries lactiques. La présence de 10 à 50 UI de Pénicilline par litre de lait entraîne un ralentissement de son acidification, celle de 100 à 200UI/litre l'arrête complètement.

Les mêmes auteurs rapportent que la sensibilité des bactéries lactiques aux antibiotiques varie de façon notable avec plusieurs facteurs :

- Les espèces et les souches,
- Le type d'antibiotique et sa concentration dans le lait .
- La technologie du produit fabriqué.

Il s'ensuit que les résultats publiés ne sont pas toujours concordants. Cependant, il semble qu'en culture pure les lactocoques sont inhibés par 50 à 300 UI de Pénicilline/litre selon les souches alors que les lactobacilles ne le sont qu'entre 300 et 600 UI de Pénicilline/litre. Mais on observe que de nombreuses souches de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* et *Propioni bacterium* sont plus sensibles à la Pénicilline que les lactocoques.

Par ailleurs les mêmes auteurs signalent que les antibiotiques ne sont pas détruit par la pasteurisation. On propose diverses solutions pour remédier aux défauts provoqués par ceux-ci :

- Souches résistantes,
- Inactivation de la Pénicilline par la pénicillinase.

Mais aucun de ces remèdes ne s'est répandu.

Le seul valable reste le dépistage systématique des antibiotiques dans le lait avant son utilisation et les actions auprès des producteurs (attente de quatre jours après traitement avant de reprendre la fourniture du lait, prévention des mammites...)

b) Désinfectants :

Ces substances utilisées à la ferme et à l'usine pour la désinfection des matériels en contact avec le lait peuvent, faute d'un rinçage approprié, laisser des résidus capables de ralentir la fermentation lactique.

(LENOIR et al, 1992).

LE YAOURT

Les laits fermentés sont préparés depuis une époque très lointaine, ils constituent un mode de protection et de conservation du lait grâce à l'abaissement du pH en même temps qu'ils sont un aliment apprécié pour sa saveur. Longtemps restés traditionnels certains de ces produits connaissent depuis quelques années un développement considérable grâce, d'une part, à l'intérêt qu'y trouvent les consommateurs sur le plan organoléptique, nutritionnel, voire thérapeutique et, d'autre part, à la mise en œuvre de procédés de fabrication industriels et aux progrès de la distribution.

Anonyme internet

IV.1) Définition :

Le codex alimentarius , norme n°A – 11 (a) (1975) définit ainsi le yaourt : « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbruekii subsp bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de lait en poudre, poudre de lait écrémé....etc.

Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.

IV.2) Classification :

D'après BOURGEOIS et LARPENT (1996) .il existe deux types de yaourt :

V.2.1) Les yaourts fermes (dit aussi en pot , étuvé ou traditionnel)

La fermentation a lieu en pots (en verre, en carton paraffiné, en matière plastique). La température choisie entre 42 et 46°C est maintenue constante jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0,75 à 1 pourcent d'acide lactique soit 75 à 100 degré Dornic.

La fermentation est stoppée par refroidissement des pots dans des chambres froides fortement ventilées ou dans des tunnels de refroidissement , puis les pots sont stockés à 2 – 4 °C .

IV.2.2) Les yaourts à caillé brassé ou yaourts brassés plus liquides :

La fermentation à lieu en cuve ou en tank à la même température que dans le cas des pots entre 42°C et 46°C jusqu'à l'obtention de l'acidité voulue. Celle ci est souvent un peu plus élevée que pour le yaourt ferme.

Le lait coagulé est brassé, puis refroidi dans un échangeur de température et conditionné dans des pots qui sont aussitôt stockés à 2 – 4 °C.

IV.2.3) Autres types de yaourts :

selon les mêmes auteurs, il existe :

Yaourt à boire : Il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche. Le brassage fait par passage à l'homogénéisateur sous pression inférieure à 5 atmosphère donnant une viscosité inférieure d'environ 50 pourcent à celle obtenue par brassage mécanique.

D'autre parts, on distingue trois sortes de yaourts :

Yaourt entier : au minimum 3 pourcent (en poids) de matière grasse, en pratique de 3 à 4,5 pourcent.

Yaourt partiellement écrémé : moins de 3 pourcent (en poids) de matière grasse, en pratique de 1 à 2 pourcent.

Yaourt écrémé : aux minimum 0,5 pourcent (en poids) de matière grasse, en pratique de 0,5 à 0,1 pourcent.

IV.3) Technologie de fabrication de yaourt :

Selon LUQUET (1990), la fabrication du yaourt comporte plusieurs étapes :

- Préparation du ferment.
- Préparation et traitement du lait.
- Ensemencement.
- Développement de la fermentation.
- Arrêt de la fermentation.
- Conditionnement et stockage.

IV.3.1) Préparation et traitement du lait :

Le lait est tout d'abord enrichi en matière sèche de façon à atteindre une valeur finale de 14 à 16 pourcent . la technique utilisée consiste à ajouter du lait en poudre. Ce dernier est ensuite homogénéisé pour éviter la remontée de la matière grasse pendant la fermentation. (LUQUET, 1990).

La consistance et la viscosité du yaourt sont pour une grande partie sous la dépendance de la matière sèche du lait. La graisse confère de l'onctuosité, masque l'acidité et améliore la saveur.

IV.3.2) Pasteurisation :

La préparation du lait terminée, celui-ci est soumis sans atteindre à un traitement thermique. Il a pour but :

- De détruire les micro-organismes pathogènes pouvant être présents et la plus grande partie de la flore banale.
- La suppression éventuelle d'inhibiteurs naturels et la stimulation des bactéries par l'apparition de facteurs de croissance.
- Dénaturer une partie importante des protéines solubles environ 80%, ce qui a pour conséquence d'augmenter la capacité de rétention d'eau du yaourt et de permettre à ces protéines de se fixer sur la caséine.

Le chauffage est réalisé de façon discontinue en cuves pendant 30 minutes à 85°C ou 10 minutes à 90°C ou 92°C.

Dans une installation de pasteurisation continue, un chauffage de 3 à 5 minutes à 92 ou 95 °C donne généralement satisfaction.

L'homogénéisation s'effectue à des températures élevées (85 à 90°C) avec des pressions d'homogénéisation proches de 250 atmosphère. L'opération peut se faire avant la pasteurisation (ou stérilisation) dès que la température voulue est atteinte ou après le traitement thermique (LUQUET, 1990).

IV.3.3) Ensemencement :

Immédiatement après le traitement chauffage homogénéisation, le lait est refroidi à la température de fermentation (42 –45°C), mis en cuve etensemencé.

L'incubation se fait à l'aide d'un levain comprenant exclusivement une ou plusieurs souches de chacune des bactéries spécifiques du yaourt : *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*, et *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* dans le rapport :

Strepto/Lacto = 1,2 à 2/1 (pour le yaourt nature) jusqu'à 10/1 pour les yaourts fruités.

La quantité d'ensemencement minimum varie selon la vitalité de culture entre 0.5 et 1%. la quantité d'ensemencement maximum se situe 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).

L'ensemencement doit être homogène. la répartition des germes doit être bonne et régulière dans le lait. L'acidité du ferment dans le cas d'un ensemencement indirecte est d'environ 85 à 90°D. (LUQUET, 1990)

IV.3.4) Etuvage : (phase d'incubation)

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 thermophilus* soit (47 à 50 °C) plutôt qu'une température proche de l'optimum du (42 à 45°C).

La température voisine de 42 à 45°C c'est la température symbiotique optimum (GUYOT, 1992)

Selon KURMANN (1989), les buts de cette opération sont les suivants :

- Ralentir l'acidification et diminuer le taux de croissance des ferments.
- Eviter une suracidification .
- La durée d'étuvage varie de 2h30 à 3h30.

IV.3.5) Arrêt de la fermentation :

D'après LUQUET (1990), lorsque l'acidité atteint un certain seuil (70 à 80°D) dans le cas des yaourts étuvés, (100 à 120°D) dans le cas des yaourts brassés. il est nécessaire de bloquer l'acidification en inhibant le développement des bactéries lactiques.

Pour cela on va abaisser considérablement la température. c'est la phase dite de refroidissement.

IV.3.6)Conditionnement :

C'est la phase ultime de la fabrication. Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types d'emballage :

Les pots en verre et les pots en plastiques. Ces pots peuvent être soit fabriqués dans des usines spécialisées, soit formés directement sur la machine de conditionnement. (LUQUET, 1990).

Ces étapes Sont représentés dans la figure '2

Préparation des levains :

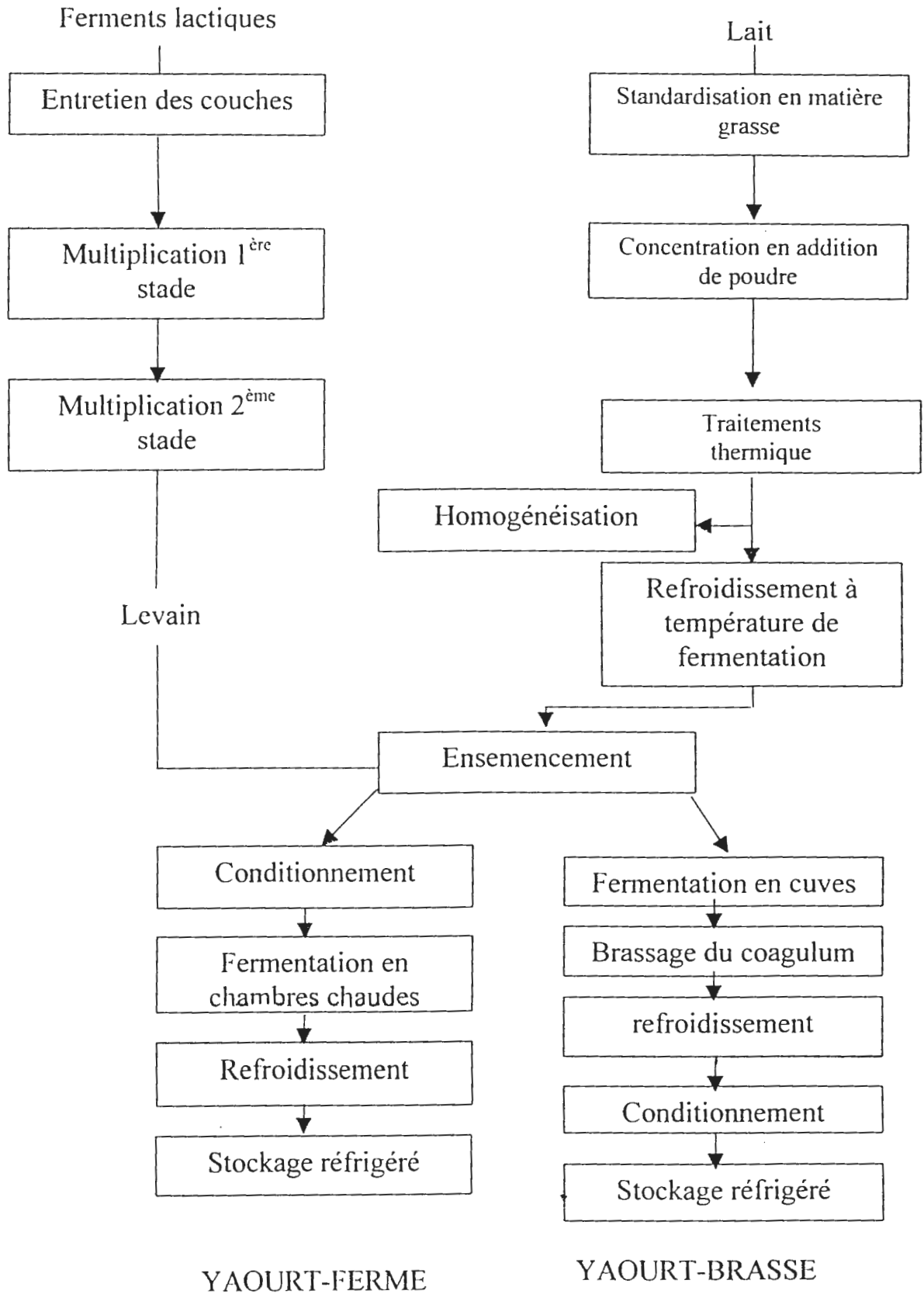


Figure 2 :Diagramme de fabrication des yaourts(LUQUET,1990)

IV.4) La qualité des yaourts :

Dés que le yaourt remplit les exigences de la législation la qualité de ce dernier devient celle qui plaît au consommateur.

Il est plus aisé de parler des défauts rencontrés, qui peuvent être attribués à des accidents de fabrication, les plus observés sont :

IV.4.1) Défauts de goût :

Selon **LUQUET (1990)**, l'amertume est due à une trop longue conservation et à la contamination par des germes protéolytiques et à une activité trop forte des ferments.

L'absence d'arômes est liée à une mauvaise activité des levains (déséquilibre de la flore, trop de Streptocoques, incubation trop courte ou à trop basse température).

L'acidité trop grande résulte d'une incubation trop longue ou d'un refroidissement insuffisant.

L'acidité trop faible à une origine opposée. Elle peut être due à la présence d'inhibiteurs dans le lait.

Le goût de cuit vient d'un traitement thermique trop sévère.

Le goût de poudre est liée à l'addition de poudre de lait.

La rancidité est due à une contamination par des germes lipolytiques et à un traitement thermique trop faible.

IV.4.2) Défauts d'apparence :

D'après **LUQUET(1990)**, l'exsudation ou synérèse est due à une suracidification ou postacidification (mauvaise conduite de la fermentation : température trop élevée pendant le stockage, conservation trop longue), et à une agitation trop poussée et refroidissement trop faible.

La production de gaz est liée à une contamination par des levures ou coliformes.

La couche de crème résulte d'une mauvaise ou absence d'homogénéisation.

IV.4.3) Défauts de textures :

LUQUET (1990), rapporte que la fermeté diminue en fonction de la limitation de la durée d'incubation ou d'une température trop faible, de la qualité des ferments et de la teneur faible en matière sèche.

De mauvais ferments donnent un yaourt filant



LES MODIFICATIONS BIOCHIMIQUES AU COURS DE LA PRODUCTION DU YAOURT

V.1) Production d'acide lactique :

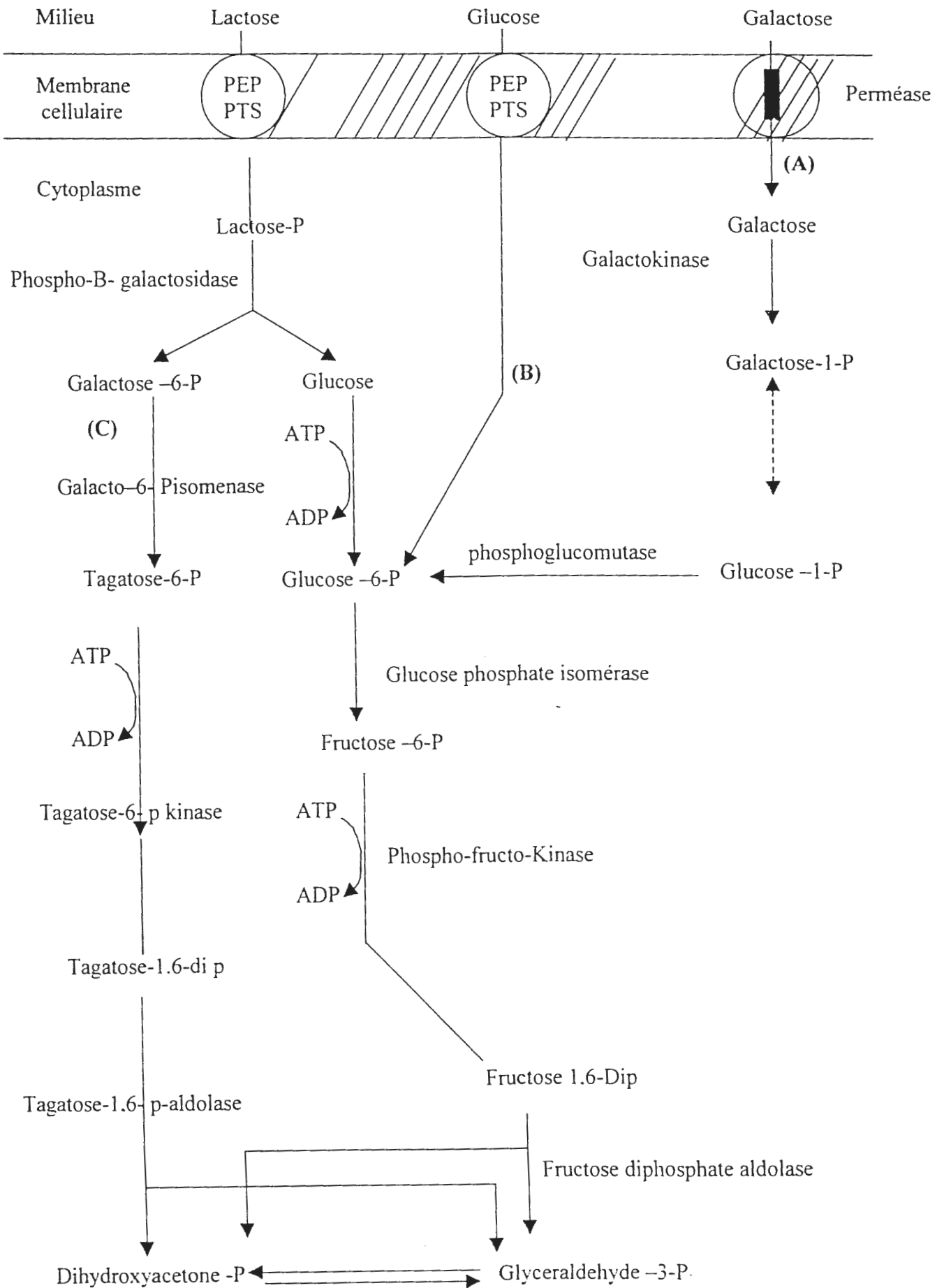
Le lactose est le sucre le plus important contenue dans le lait 47 g/kg. Ce disaccharide qui contient le glucose et le galactose est utilisé par les deux espèces bactériennes spécifiques autant que source de carbone et d'énergie. La 1^{ère} étape d'utilisation du lactose s'enveloppe dans le transfert à travers la membrane cellulaire, pour cela elles utilisent une enzyme perméase à l'intérieur de la cellule. Le lactose se fractionne en glucose et galactose par B-galactosidase. **(GREEBERG et MAHONEY, 1982).**

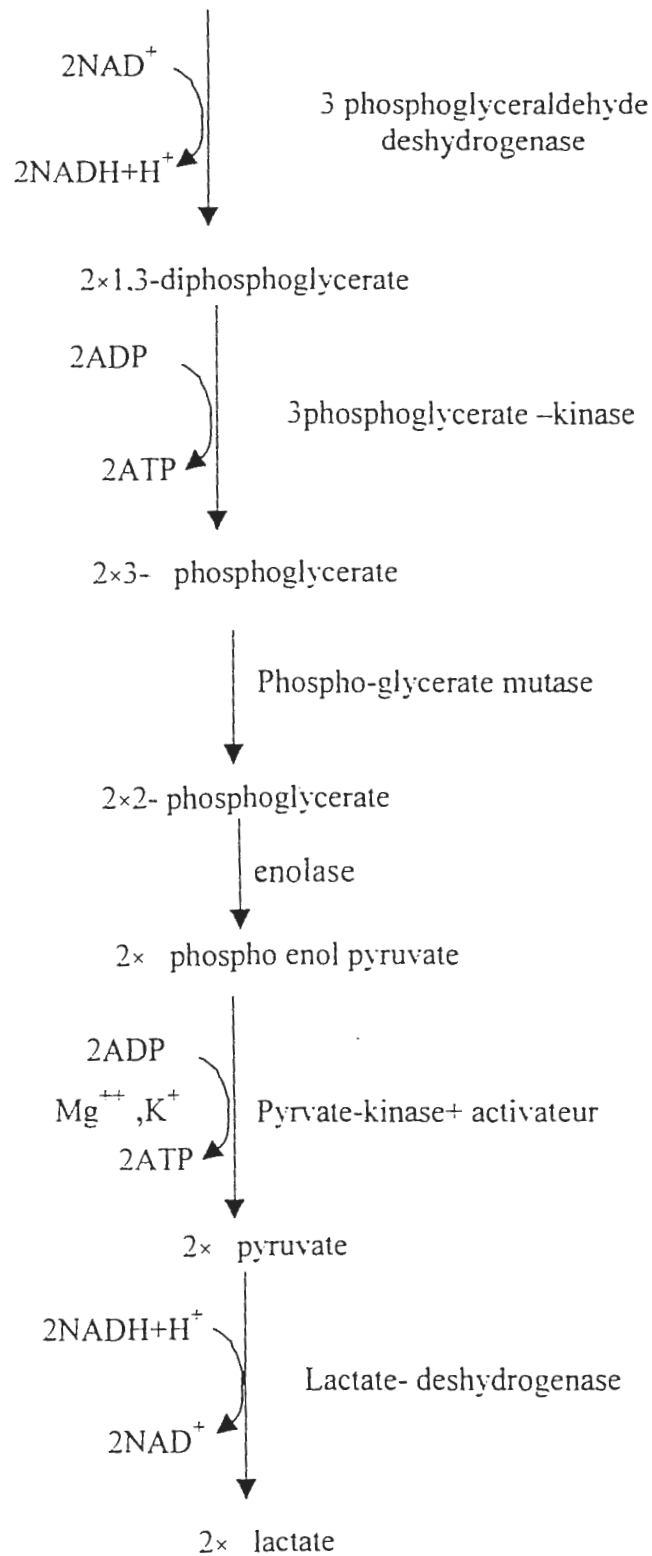
Le galactose s'accumule dans le milieu, depuis que la plus part de *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* ne peuvent pas l'utilisé. Dans les cellules bactériennes, le glucose se transforme en acide pyruvique puis en acide lactique suite à des réactions fréquentes présentées en chemin glycolytique E.M.P (EMBDEN-Meyerhof-Parnas) (Figure 3).

Il est nécessaire de trouver un équilibre entre la sélection des souches et les valeurs des paramètres dans le processus technologique dans le but d'obtenir une acidité minimum durant le stockage du yaourt. A la fin de la fermentation, le galactose s'accumule dans le lait et joue autant qu'un compétitive inhibiteur d'activité du galactosidase du *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* réduites par le développement des bactéries. **(GREEBERG et MAHONEY , 1982).**

Aussi la production d'acide lactique à une inhibition influente sur la croissance des bactéries lactiques, particulièrement sur *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*.

Dés que le pH du lait atteint le point isoélectrique de la caseine ($pH_i = 4,6$), il y a distabilisation du complexe calcium caseinate phosphate, le caillé est formé. **(Raijput et al, 1983).**





**Figure 3 : Principale voies du métabolisme du glucose et du galactose
DESMAZEAUD (1992 in LENOIR et al, 1992).**

A : Voie de LELOIR

B : Voie E.M.P (Glycolyse)

C : Voie Tagatose 6 phosphate

P : Phosphate

PEP- PTS : Système phosphotransférase- phosphoénol pyruvate dépendant.

V.2) Production d'arômes :

D'après PIARD et DESMAZEAUD (1991 in LENOIR, et al, 1992)

La voie importante de production de l'acétaldehyde par les germes thermophiles du yaourt passe par la dégradation de la thréonine par une thréonine-aldolase, les produits de la réaction étant l'acetaldehyde et la glycine.

En culture pure, *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* produit plus d'acetaldehyde que *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* .

Dans le cas des bactéries lactiques thermophiles, il a été montré que ce sont elles qui ont un rôle fondamental pour la libération des peptides courts et des acides aminés. IL y a en effet une corrélation entre l'intensité de la flaveur et la proportion de l'azote soluble dans l'acide phosphotungstique.

Selon les mêmes auteurs les concentrations d'acetaldehyde atteignent 25 p.p.m dans les yaourts peuvent avoir des effets inhibiteurs sur *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ou *Escherichia coli*, car ces germes indésirables voient leur croissance ralentir à partir de 10 p.p. m(figure 4) .

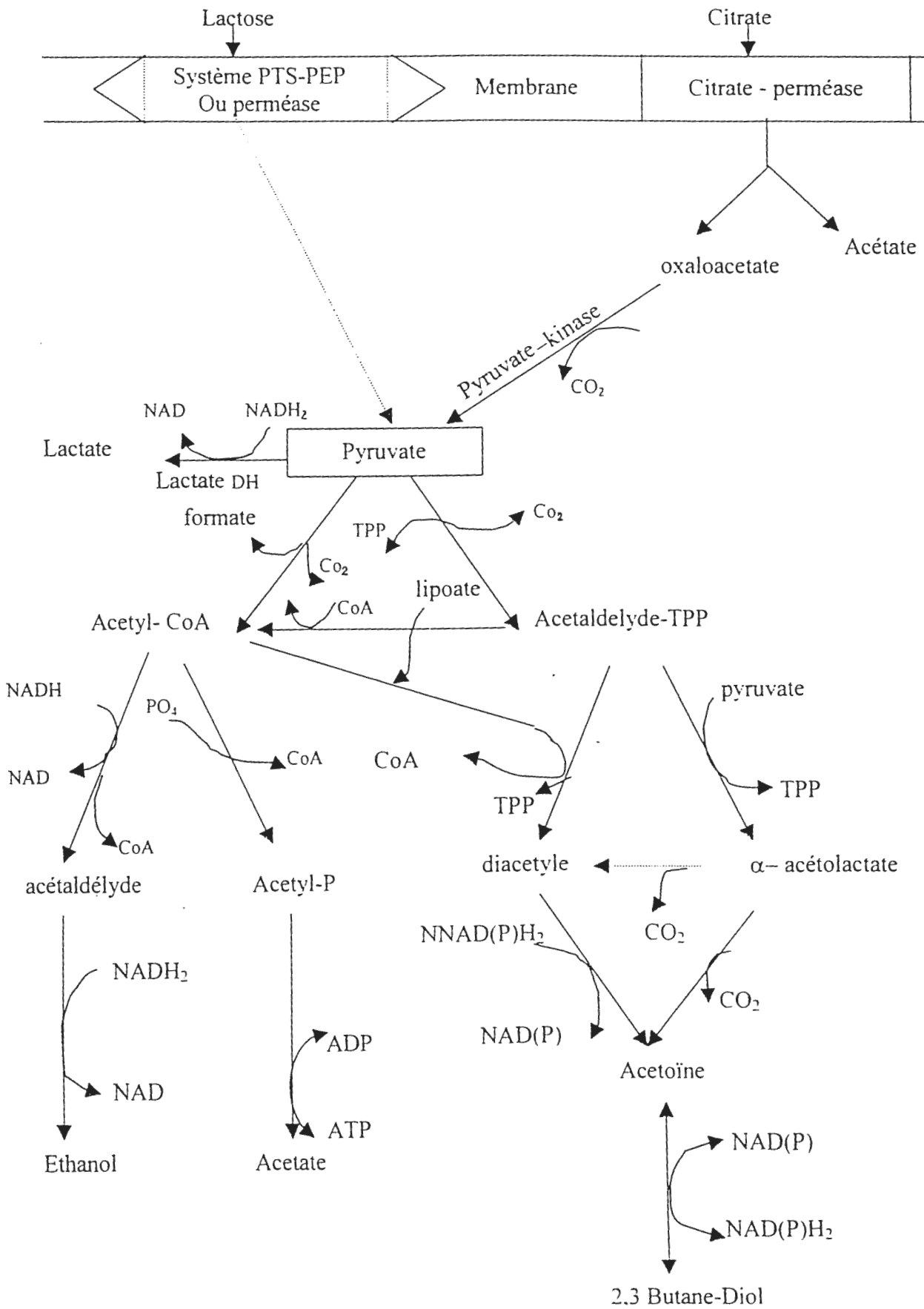


Figure 4 : sorts métabolique de pyruvate
D'après SALMINEN et WRIGHT, 1993

V.3) Production de polysaccharides :

Selon **DESMAZEAUD (1992 in LENOIR et al 1992)**, pour la fabrication des yaourts brassés, on constate que l'onctuosité des produits peut être améliorée en utilisant des souches produisant un épaissement du lait. Les souches augmentent donc la viscosité ou l'onctuosité du produit en améliorant sa texture.

Elles évitent, dans les yaourts brassés, qu'une séparation du sérum et du coagulum lactique ne se produise.

Dans le cas d'une addition de fruits, elles empêchent ceux-ci de déposer au fond des pots. Ce qui augmente l'homogénéité du produit final et rend plus agréable sa présentation.

Le même auteur rapporte qu'une corrélation existe entre la quantité de polysaccharide produit et la viscosité du lait après culture. Selon les souches, les concentrations produites, assez faibles, varient de 50 à 400 mg/litre de lait.

DESMAZEAUD ajoute que le galactose est le monomère majeur, alors que le glucose et le rhamnose sont présents en plus petites quantités chez *Lb. Lactobacillus bulgaricus*, ou le glucose, xylose, arabinose, rhamnose et mannose chez *Streptococcus thermophilus*.

V.4) Abaissement du pH :

D'après **LENOIR et al (1992)**, les bactéries lactiques ont un rôle fondamental dans l'inhibition des flores non lactiques des produits laitiers. Deux facteurs principaux parfois difficilement dissociables doivent être pris en compte : le pH et les acides, notamment l'acide lactique.

Les mêmes auteurs ajoutent que parmi les bactéries non lactiques, rares, sont celles qui peuvent croître à des valeurs de pH inférieures à celles obtenues avec les germes lactiques. Aussi, une bonne acidification lactique entraîne une inhibition de la croissance de *Escherichia coli*, des *Pseudomonas*, des *Salmonella* et des *Clostridia*. *Listeria* est sensible aux pH inférieurs à 5,5.

INTERET BIOLOGIQUE DU YAOURT

C'est vraisemblablement « **METCHNIKOFF** » qui, le premier vers 1908, a suggéré d'utiliser les laits fermentés contenant une souche de lactobacille, capable de vivre dans le tractus intestinal, comme composant d'une alimentation utile à la santé humaine. Pour que les bactéries lactiques puissent avoir un rôle bénéfique sur la santé humaine, il faut qu'elle gardent une certaine activité, voire une viabilité lors du transit intestinal. Ainsi, les bactéries elles-mêmes ou les enzymes doivent pouvoir passer sans dommage irréversible la barrière acide de l'estomac, puis l'effet inhibiteur éventuel des sels biliaires. (DESSMAZEAUD, 1996).

VI.1) Amélioration de la digestibilité :

VI.1.1) La digestion du lactose :

L'apparition de symptômes digestif après ingestion de lait peut être liée au lactose, notamment par l'incapacité de le digérer par manque de lactase de la muqueuse intestinale. Chez les adultes, les symptômes digestifs d'intolérance au lactose sont principalement des douleurs abdominales, crampes, flatulences.....

Chez les enfants, l'importance chimique de l'intolérance au lactose est plus grande, avec diarrhées acides et selles contenant des sucres réducteurs. Il a été clairement démontré que le yaourt permet l'absorption du lactose chez les sujets déficients en lactase et qu'il améliore les symptômes digestifs d'intolérance au lactose.

Il faut noter que ces effets bénéfiques disparaissent lorsque le yaourt a subi un traitement thermique. Ceci signifie que l'action favorable n'existe que si les bactéries sont vivantes et leur lactase (B-galactosidase) active. (DESMAZAEUD, 1996).

VI.1.2) La digestion des protéines :

La plupart des milieux naturels (en particulier le lait) sont formés de substances de poids moléculaires élevés (les protéines) qui doivent être fragmentés (en peptides et en acides aminés) pour être assimilable par les bactéries lactiques. Ce travail de digestion est accompli par des enzymes hydrolytiques fixées sur les enveloppes bactériennes ou excrétées dans le milieu.(DE ROISSART et LUCQUET (1993) .

D'après GUYOT, 1992, l'abaissement du pH dans l'estomac favorise la digestion des protéines.

VI.1.3) L'absorption du calcium et des minéraux :

Selon DE ROISSART et LUQUET (1993), le yaourt est riche en calcium, comme les autres laitages, l'acidité et le lactose qui l'accompagnent améliorent l'absorption du calcium et des oligo-éléments.

D'autre part BARTHELEMY et RAHE (1993), rapportent que le calcium est facilement assimilé, de ce fait il assure une très bonne reminéralisation osseuse ex : résistance à la rupture des tibias.

VI.2) Effet sur le transit et sur la flore intestinale :

D'après DESMAZEAUD (1996), les laits acidifiés ou le yaourt sont utilisés pour lutter contre les diarrhées, notamment chez les jeunes enfants, en particulier ceux qui seraient de plus, mal nourris, l'ingestion de ferments lactiques peut contrer les effets d'une prolifération de certaines souches pathogènes d'*Escherichia coli* par divers mécanismes :

- Production de substances (H₂O, acides lactiques et acétiques) directement inhibitrices de *Escherichia coli*.
- Abaissement du pH par les acides produits.
- Détoxification par dégradation d'entérotoxines.
- Prévention de la synthèse d'aminés toxiques.
- Fixation sur le tube digestif empêchant la colonisation par les bactéries pathogènes.

GUYOT (1992), rapporte que l'ingestion des yaourts abaisse le pH du contenu intestinal, favorisant le développement de certaines bactéries indigènes. Celles-ci entrent en compétition avec les pathogènes, les empêchent de coloniser la muqueuse intestinale. Donc, la consommation du yaourt protège l'organisme contre les diarrhées et les infections gastro-intestinales due à la prolifération des entéropathogènes.

VI.1) Prévention des maladies cardio-vasculaires et l'influence sur la cholestérolémie :

Selon DESMAZEAUD (1992 in LENOIR et al 1992)

Chez l'homme, les études ne permettent pas de trancher définitivement sur l'effet hypocholestérolémiant du yaourt. Cependant, les auteurs ont suggérés que trois acides organiques sont vraisemblablement des agents hypocholestérolémiants : les acides hydroxyméthyl glutarique et orotique qui abaissent le cholestérol sérique et l'acide urique qui est inhibiteur de la synthèse du cholestérol.

GUYOT (1992). rapporte l'hypothèse que les yaourts assurent un rôle protecteur contre les maladies cardio-vasculaires en réduisant le taux de cholestérol sanguin.

VI.4) Production des bactériocines:

Les *Lactobacillus* peuvent produire des substances à activité antibiotique. In vitro, il est bien démontré que le *Lactobacillus bulgaricus* produise de l'acidophiline, substance à propriété antibiotique. Leur efficacité est naturellement nettement plus faible que celles des antibiotiques utilisés en médecine. Toutefois, ils peuvent contribuer au maintien de la qualité hygiénique du yaourt même et en fonction de la fréquence de consommation, influencer l'état général du consommateur et même jouer un rôle dans les affections intestinales. (LIBBEY, 1989).

VI.5) Action bénéfique sur la croissance :

L'influence directe sur la croissance peut être expliquée par la forte présence du calcium surtout l'augmentation de l'absorption de celui-ci d'une part, d'autre part, le nombre de vitamines présentes dans l'intestin augmente incontestablement lors de la prise de produits fermentés. (ASSCHE, 1996).

DEUXIEME PARTIE

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

ETUDE EXPERIMENTALE

ETUDE EXPERIMENTALE

I) Objectif :

Les objectifs de notre étude expérimentale se résument ainsi :

- Etudier l'effet de trois doses d'un Levain thermophile sur la qualité physico-chimique, microbiologique et Gustative d'un yaourt étuvé nature au cours de la fabrication et de l'entreposage (réfrigération)
- Etudier le comportement de ce Levain thermophile sur quatre biotopes à savoir le lait de vache, le lait de chèvre et le lait pasteurisé et le lait entier en poudre et déterminer la qualité physico- chimique, microbiologique et Gustative des produits finis(yaourt étuvé nature).
- Etudier l'effet de trois doses d'un antibiotique la Gentamicine sur le pouvoir fermentaire de ce Levain thermophile avec la détermination de la qualité physico-chimique du yaourt étuvé .

II) Matériel et Méthodes :

II-1) Matériel. :

II-1-1) Levain :

Au cours de notre étude, un levain lyophilisé DVS 2162803 importé de France à servi pour la préparation du yaourt étuvé nature.

Au cours de notre étude trois doses de ferment 2%, 3%, et 4% ont été utilisées.

II-1-2) Le lait :

Quatre types de lait ont été utilisés au cours de notre expérimentation à savoir le lait de vache, le lait de chèvre, le lait pasteurisé et le lait entier en poudre (Nespray) dont la composition mentionnée sur emballage est la suivante :

- | | |
|---------------------|---------|
| • Protéine lactique | 25.7 g |
| • Lactose | 37.4 g |
| • Graisse lactique | 28 g |
| • Lecithine | 0.2 g |
| • Sels minéraux | 5.7 g |
| • Eau | 3 g |
| • Vitamine A | 1500 UI |

- Vitamine D 322 UI
- Vitamine B2 1.40 UI
- Phosphate 750 mg
- Magnésium 85 mg
- Sodium 350 mg
- Calcium 930 mg
- Acide pantothénique 1.85 mg
- Vitamine B12 1.80 mg

II-1-3) Emballage :

Au cours de notre étude on a utilisé des boîtes en plastiques stériles d'un volume de 500 ml.

II-1-4) Antibiotique :

On a utilisé la Gentamicine liquide dont la composition d'une ampoule est la suivante :

- Sulfate de Gentamicine exprimée en base 80 mg
- Excipients : * parahydroxybenzoate de méthyle.
* Parahydroxybenzoate de propyle.
* Disulfite de sodium.
* Eau pour préparations injectables.

II-1-5) Milieux de cultures :

On a utilisé trois milieux de culture :

La gélose nutritive . milieu O.G.A. et le milieu Chapman.

la composition de ses milieux est donnée en annexe.

II-2) Méthodes :

II-2-1) Effet de trois doses d'un levain thermophile sur la qualité physico-chimique, microbiologique et Gustative d'un yaourt étuvé Nature au cours de la fabrication et de l'entreposage (réfrigération) .

II-2-1-1-) Les différentes étapes de la fabrication du yaourt :

Notre étude a porté sur le yaourt étuvé nature. (figure 5)

a) Préparation du ferment :

Pour préparer le ferment, on utilise 140 g du lait écrémé dilué dans un litre d'eau distillé et le tous pasteurisés à 90°C pendant 15 mn.. Il est ensuite refroidit à 45°C. puis on y verse quelques pincées du sachet du Levain lyophilisé spécifique du yaourt (DVS 2162803).

L'homogénéisation se fait grâce à une agitation automatique pendant quelque minutes .L'incubation se fait à 45°C pendant 4 heures jusqu'à l'obtention d'un coagulum bien ferme dont son acidité atteint 80 à 120°D .

b) Préparation du lait :

Le lait est reconstitué dans des fioles de laboratoire de 1000 ml à raison de 140g/l. la poudre y est versée d'abord puis on ajoute le sucre à raison de 8% suivit par l'addition d'eau et on fait une homogénéisation automatique pendant quelques minutes pour faciliter la solubilisation de la poudre.

c) Pasteurisation :

Le but de la pasteurisation, comme l'a définit **CHARLES-PORCHER(1953 in LUQUET 1990)**, c'est de détruire dans le lait par l'emploi convenable de la chaleur, re la presque totalité de la flore banale, la totalité de la flore pathogène, lorsqu'elle existe, tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à la structure physique du lait, à ses équilibres chimiques ainsi qu'à ses éléments biochimiques : les distases et les vitamines. Notre lait reconstitué est pasteurisé à 90°C pendant 15 mn., ensuite on le fait refroidir à 45°C.

d) Conditionnement :

Le conditionnement est un terme désignant un ensemble d'emballage de produit .

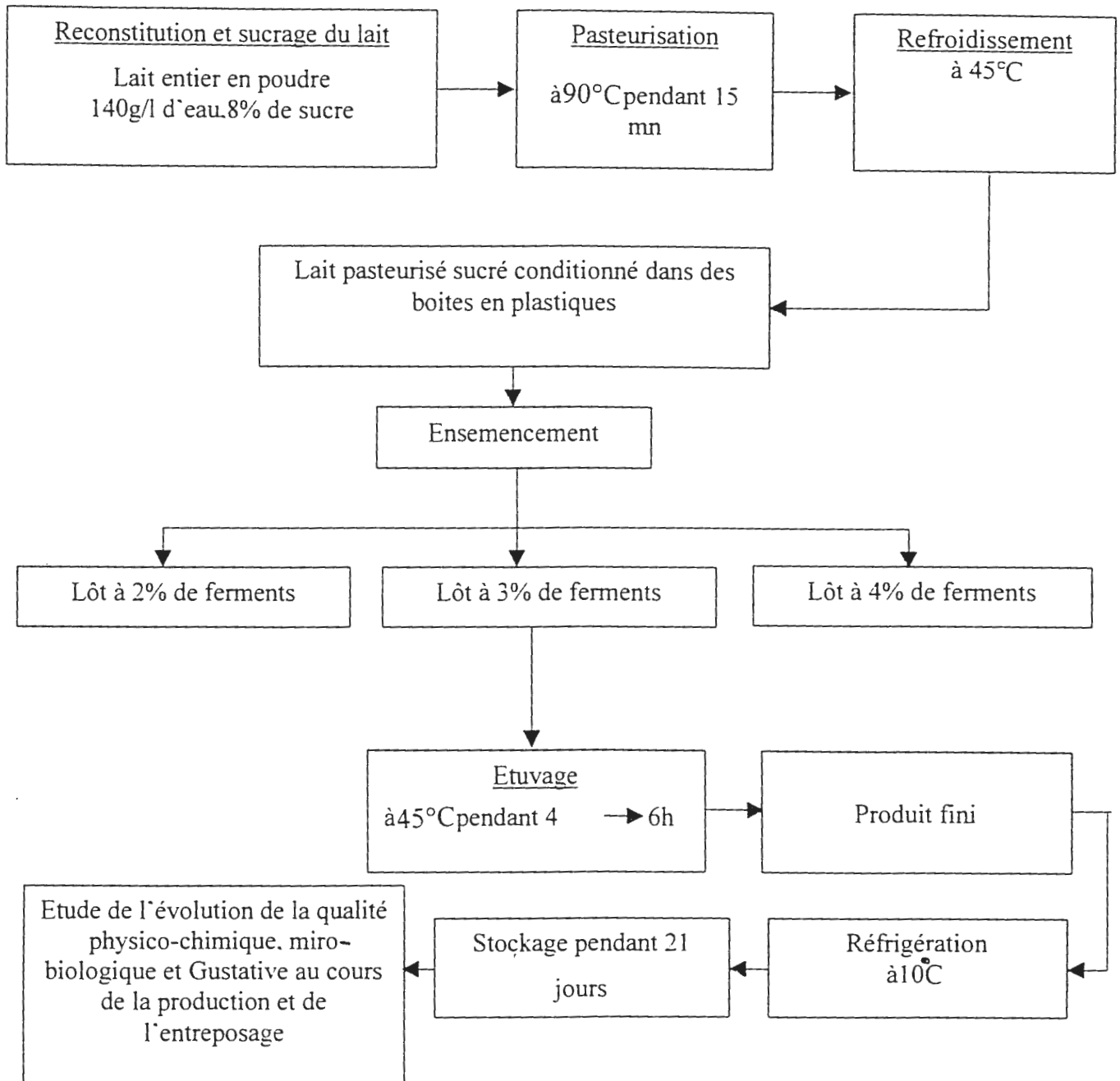


Figure5 :Protocole expérimental N° 1 :

Processus de fabrication du yaourt étuvé nature avec les différentes doses des ferments

On a conditionné le yaourt dans des pots en plastique stériles. chaque pot contient 250 ml du lait pasteurisé sucré.

e) Ensemencement :

L'ensemencement est une dissémination du ferment dans le lait pour développer certaines fermentations spécifiques. LUCQUET (1990) .

On a ensemencé directement dans les boites , en tenant compte de la température du lait (45°C) et des doses des ferments de 2%, 3%, et 4%.

f) L'étuvage :

Une fois l'ensemencement est achevé, vient le stade de l'étuvage à 45°C à 50°C ou la fermentation s'opère (le lactose est transformé en acide lactique et les arômes sont synthétisés).

L'acidité et le pH sont contrôlés tout au long de l'incubation, quand le yaourt atteint une acidité maximale de 90°D (entre 4 h et 5 h), les boites sont retirées.

g) Refroidissement :

Après coagulation, les pots sont immédiatement transférés dans le réfrigérateur.

C'est à ce niveau que nous avons effectué nos prélèvements pour faire nos analyses microbiologiques.

Nous signalons que ce réfrigérateur contient une diversité de matériels biologiques (souches bactérienne, moisissures.) Et autres produits.

II-2-1-2) Analyse physico-chimiques :

Les analyses réalisées lors de notre étude, ont été effectuées selon les méthodes normalisées (AF NOR, 1980).

a) Détermination de l'acidité Dornic :

- Mode opératoire : L'acidité est déterminée par titration d'un échantillon de 10 ml de yaourt à l'aide de la soude dornic (N/9), en présence d'indicateur coloré (phénol – phtaleine) jusqu'au virage au rose pâle.
- Expression des résultats :

Acidité en degréDornic = $V \text{ NaOH} \times 10$

V : volume de NaOH (N/9).

b) Mesure du pH :

- Mode opératoire : Avant de procéder aux mesures du pH des échantillons. on doit d'abord étalonner le pH mètre à l'aide des solutions tampons.
- Expression des résultats : L'expression des résultats est directe. il suffit de lire sur le pH mètre, le chiffre détecté.

C) Détermination de la matière sèche : (NF : VO4 – 208- Sep 1969).

. Mode opératoire : La matière sèche est déterminée par pesées après évaporation de 10 g du yaourt à 110°C pendant 6 heures. jusqu'à ce que la différence entre les deux pesées soit négligeable.

Expression des résultats :

La matière sèche de l'échantillon est donnée par :

$$M_s = (M_2 - M_1) / V \text{ (G/10 ml)}$$

M_1 : le poids de la capsule vide (g).

M_2 : le poids de la capsule après étuvage (g).

V : le volume de la prise d'essai (ml).

II-2-1-3-) Analyses microbiologiques du yaourt :**a) Choix de la méthode :**

La méthode est la numérotation du milieu de culture solide en boîtes de Pétri.

Cette méthode présente les cellules microbiennes pouvant être sous forme « d'agrégats » ou de « micro-colonies ».

b) Prise d'échantillon :

L'échantillonnage est effectuée avec beaucoup d'attention et de précaution. afin d'éviter toute contamination pouvant avoir lieu.

Pour cette raison. l'échantillon est prélevé en zone stérile.

c) Recherche et dénombrement des germes totaux :

Le dénombrement des germes se fait par étalement sur milieu Gélose nutritive avec des dilutions de 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} .

L'incubation se fait à 37°C pendant 48 à 72 heures.

Résultats : Retenir les boîtes contenant un nombre considérable des colonies (entre 30 et 300 colonies). compter toutes les colonies et exprimer les résultats par gramme ou par ml produit.

d) Recherche des levures et moisissures :

La recherche de levures et moisissures se fait sur milieu O.G.A. (Gélose oxytetra – cycline) avec ajout d'oxytetra-cycline préalablement préparé. en utilisant toujours les trois dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , et 10^{-3} .

L'incubation se fait à 20°C pendant 15 jours

Les levures :

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

Pour les moisissures, les colonies sont toujours pigmentées, avec un aspect velouté plus ou moins proéminent.

e) Recherche des Staphylocoques :

On utilisant les dilutions 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} , les boites de Pétri contenant le milieu Chapman sontensemencées.

L'incubation se fait à $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 24 à 48 H.

II-2-1-4) Test de dégustation :

Ce test permet de juger et d'apprécier les qualités du yaourt fabriqué par plusieurs dégustateurs, en évaluant les caractéristiques suivantes :

Odeur : Est l'un des critères qui permet aux dégustateurs d'estimer la qualité du yaourt dès l'ouverture.

Cette odeur est attribuée au développement des bactéries spécifiques, et le principal arôme secrété est l'acétaldehyde .

Couleur : Le consommateur est souvent attiré par la couleur du yaourt mais le notre est un yaourt nature dépourvue de colorant, d'une couleur blanchâtre.

Apparence : On contrôle l'apparition du sérum qui est du à l'exsudation ou la synérèse. c'est à dire un jugement à l'œil.

Texture : C'est une propriété physique qui exploite la viscosité du yaourt et généralement les yaourts fermes sont les plus appréciés.

Goût : C'est un test avec lequel, on perçoit la saveur, le dégusteur évalue le goût cuit, le goût de poudre, le goût rance, le goût acide.

II.2.2) Comportement d'un levain thermophile sur trois biotopes (trois types de lait).

II. 2.2.1) Les différentes étapes de la fabrication du yaourt :

Au cours de cette partie expérimentale le même processus de fabrication du yaourt étuvé nature qu'on a décrit en partie (I) a été appliqué mais en utilisant une seule dose des ferments (3%). (figure 6)

II.2.2.2) Analyses physico-chimiques et microbiologiques :

Les mêmes méthodes appliquées en partie (I) sont utilisées pour la détermination de l'acidité Dornic, la détermination de la matière sèche et la mesure du pH . Quand à la recherche des trois flores à savoir la flore mésophile totale, les levures – moisissures et les Staphylocoques. les milieux de cultures et les techniques sont idemes à ceux décrites en partie (I) .

II.2.2.3) Test de dégustation :

Le même test de dégustation appliqué en partie (I) est maintenu au cours de cette étude afin de déceler la meilleure qualité organoléptique des trois yaourts étuvés natures.

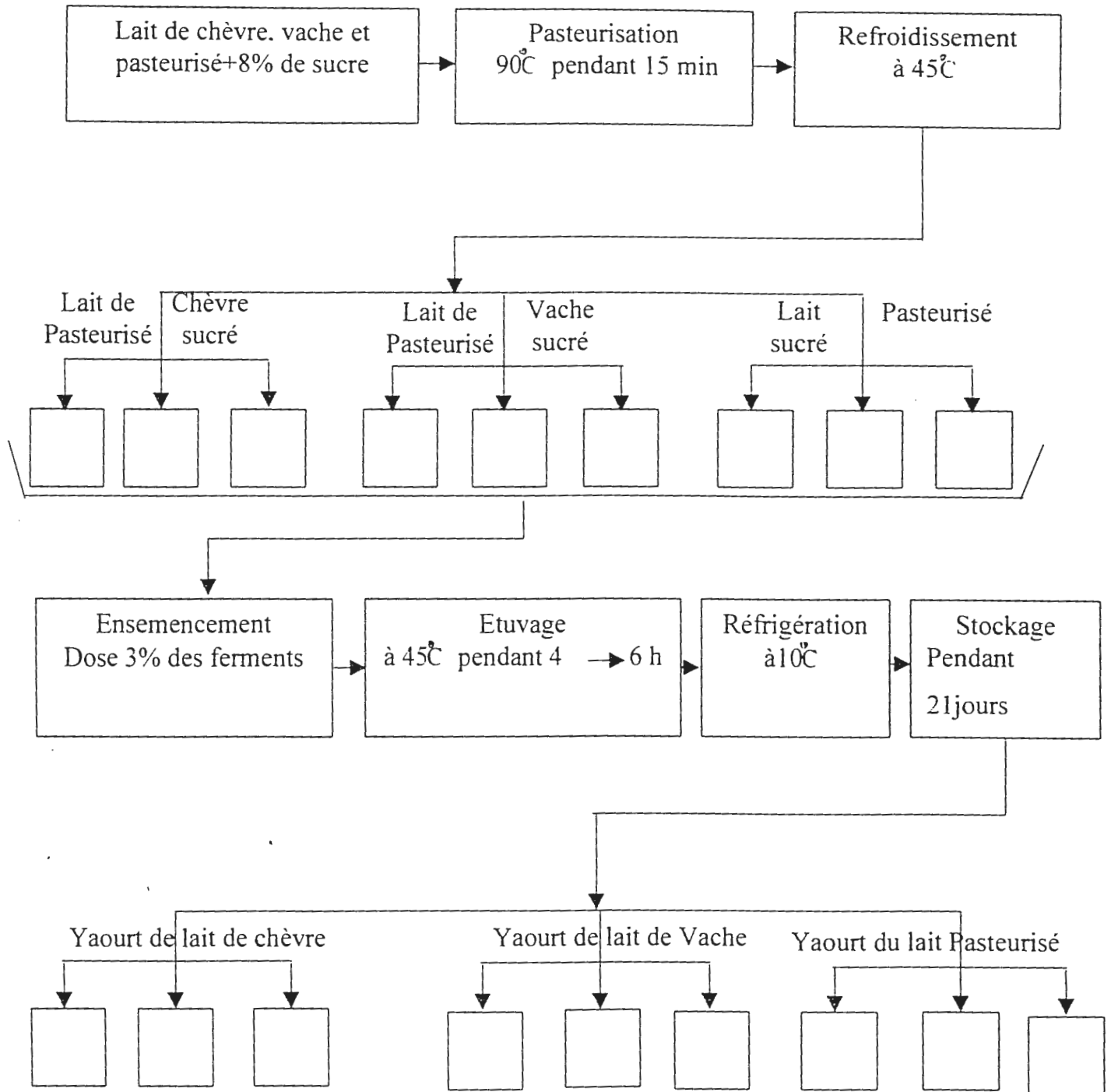


Figure 6 : Protocole expérimental N°2 :

Fabrication du yaourt étuvé nature par les trois types de lait (chèvre, vache, pasteurisé)

II.2.3) Effet de trois doses d'un antibiotique la Gentamicine sur le pouvoir fermentaire d'un levain thermophile.

II.2.3.1) Les différentes étapes de la fabrication du yaourt :

Les étapes de la fabrication du yaourt étuvé nature sont les mêmes citées en partie expérimentale (I) mais le lait reconstitué est contaminé par l'antibiotique la Gentamicine.

II.2.3.2) L'addition d'antibiotique :

L'ajout d'antibiotique a pour but de poursuivre l'effet de la présence de résidus d'antibiotiques utilisés dans le traitement des mammites sur les performances technologiques des ferments.

Avant l'ensemencement, on contamine notre lait par l'antibiotique qui est la Gentamicine en utilisant une micropipette .

Reste à signaler qu'on a utilisé trois doses : 0,02 ml/l de lait, 0,04 ml/l de lait et 0,06 ml/l de lait.(figure 7).

II.2.3.3) Analyse physico-chimiques :

Les mêmes techniques analytiques décrites en première partie expérimentale sont utilisées pour le dosage de l'acidité et la mesure du pH.

II.2.4) Analyses statistiques :

L'analyse de variance des différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques des yaourts étuvés nature a été réalisée par biais du test de **FICHER-SNEDECOR** aux seuils de 5% et 1% (dispositif monofactoriel en blocs et le dispositif monofactoriel en carré latin). Cette analyse de variance est suivie d'une comparaison des moyennes.

Les résultats de la qualité gustative des yaourts ont fait l'objet d'une analyse statistique en utilisant le test de **FRIEDMAN** au seuil de 5% et 1% (**NF. V09 – 018**).

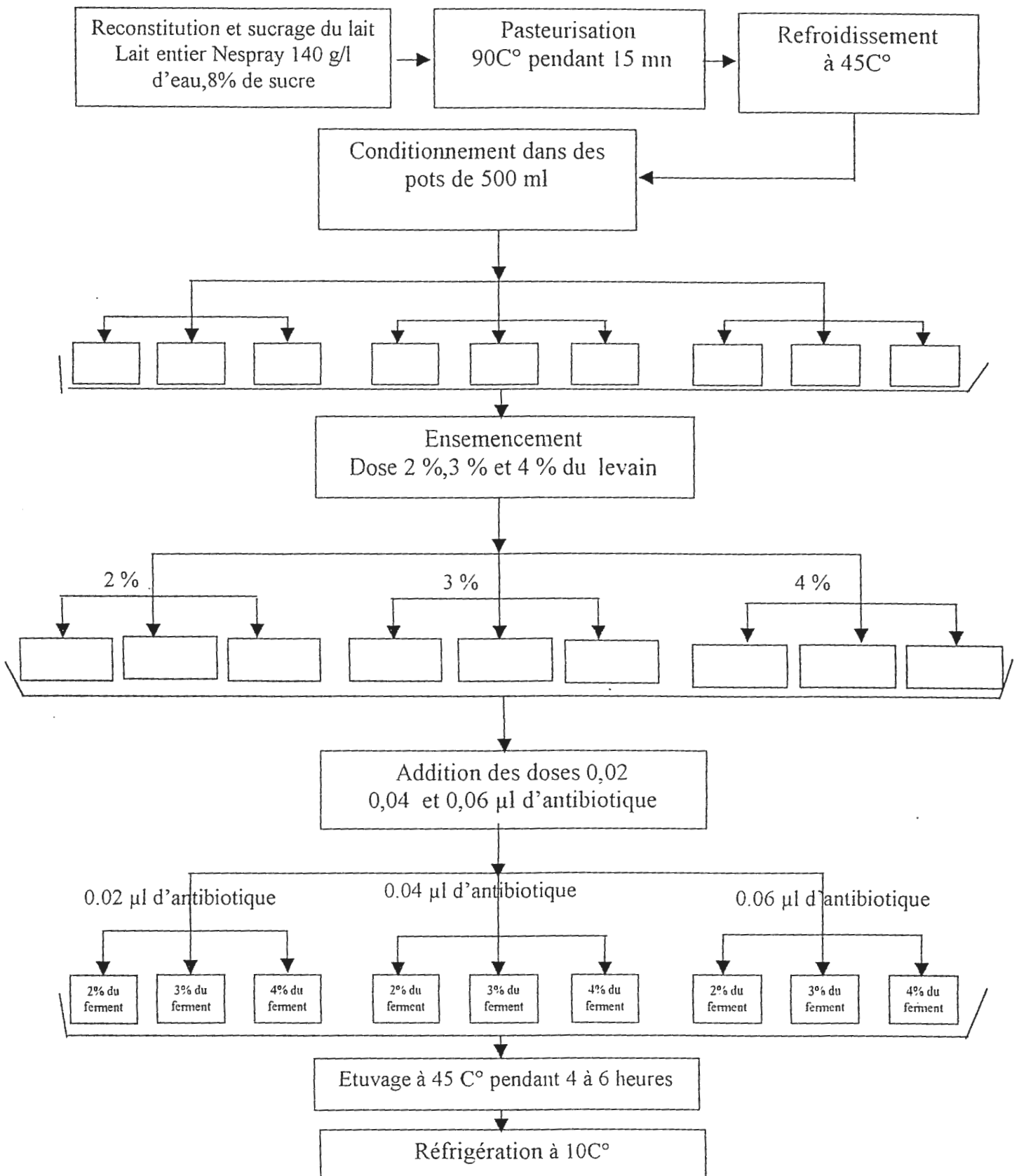


Figure 7: Protocole expérimental N°3 :
Schéma du processus de fabrication du yaourt étuvé nature avec du lait contaminé par un antibiotique la Gentamicine

TROISIEME PARTIE



TROISIEME PARTIE

RESULTATS & DISCUSSION

RESULTATS & DISCUSSION

RESULTATS ET DISCUSSION

III.1) Effet de trois doses d'un levain thermophile sur la qualité physico-chimique, microbiologique et Gustative d'un yaourt étuvé nature.

III.1.1) Analyses physico-chimiques :

III.1.1.1) Evolution de l'acidité lactique et du pH au cours de la fabrication :

Dans la fabrication des yaourts, la vitesse de production de l'acide lactique est très importante, du moment qu'elle économise le temps de coagulation.

Nos résultats montrent que l'acidité de yaourt contenant 4% du levain augmente considérablement au cours de l'étuvage suivie par le yaourt à 3% du levain. C'est ainsi que les souches du yaourt à 4% du levain produisent 8.1 g d'acide lactique par litre de lait après trois heures d'incubation, en revanche les mêmes souches des yaourts à 3% et 2% produisent successivement 7.4 g et 5.65 g d'acide lactique par litre de lait.

L'évolution de l'acidité est remarquable dès la deuxième heure, ceci est due au métabolisme homofermentaire des deux espèces c'est-à-dire à la conversion du lactose en acide lactique.

On peut remarquer également que les ferments sont très bons acidifiants même à faible dose dont le produit fini est obtenu en un temps très économique avec les doses 4% et 3%. Par ailleurs, il apparaît clairement que les deux espèces composant le levain arrivent à coaguler le lait au moins de six heures donc, elles sont dites rapides ou « FAST. ACID. Producer » (LENOIR et al 1992) .

Il est à noter, que l'acide lactique produit à un grand rôle dans la conservation de la qualité microbiologique du yaourt, c'est ainsi que PIARDS et DESMAZEAUD (1991), rapportent qu'une bonne acidification lactique entraîne une inhibition de la croissance de *Escherichia coli*, de *Pseudomonas*, de *Salmonella* et *Clostridia*.

En revanche, le yaourt avec la dose 2% met plus de temps pour coaguler (dépasse les 4 heures). De ce fait, la phase de latence des bactéries est prolongée. D'après nos estimations, cette phase d'adaptation est de 3 heures.

Par ailleurs et d'après le tableau 3, on constate que l'évolution de l'acidité apparaisse dès la 3^{ème} heures, pour atteindre l'acidité demandée 90^oD^o au bout de 5heures.

Tableau 3: Evolution de l'acidité lactique et du pH au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature

Yaourt Heurs		Yaourt 1 (D1= 2%)	Yaourt 2 (D2= 3%)	Yaourt 3 (D3 = 4%)	Signification statistique	
					pH	D°
0h	pH	6.7±0.0025	6.7±0.02	6.7±0.0125	N.S	(*)à(**)
	D°	19±0.015	19±0.063	19±0.075		
1h	pH	6.17±0.0075	6.08±0.0075	6.07±0.0025		
	D°	30.5±0.225	33±0.05	31±0.05		
2h	pH	5.74±0.0125	5.67±0.005	4.68±0.0025		
	D°	49.5±0.0025	6.5±0.125	68.5±0.275		
3h	pH	4.6±0.0025	4.63±0.162	4.52±0.01		
	D°	56.5±0.175	74±0.025	81±0.05		
4h	pH	4.29±0.02	4.30±0.012			
	D°	69.5±0.025	85±0.15			
5h	pH	4.22±0.005				
	D°	76±0.2				
S.S	pH	N.S				
	D°	N.S				

- D° : Degrés Dornic.
- D : Dose de l'évain.
- S.S : signification statistique.
- N.S : Effet non significatif.
- (*) : Effet significatif.
- (**) : Effet Hautement significatif.

Donc sur le plan économique, la fabrication d'un yaourt en période estivale pendant 5 heures et plus, n'est pas rentable, de ce fait la faible dose de levain (2%) est à éviter.

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, car un pH de 4.52 est obtenu au bout de 3 heures avec la dose 4%, contre un pH de 4.29 obtenu avec la dose 2% après 4 heures d'incubation (figure 8) .

Selon GUYOT (1992), l'acidité lactique du yaourt ne sera pas inférieure à 0.7%, par contre LENOIR et al.(1992), rapportent que la quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0.8% lors de la vente au consommateur.

Mais ASSCHE (1996) signale que le taux d'acide lactique varie entre 0.7 et 1.2%, pour un pH de 4.6 à 4.8, une acidité $\pm 80D^\circ$, le pH final est de l'ordre de 4.4 à 4.5.

En se référant à ces données bibliographiques, notre produit est conforme aux normes sus-cités.

Il apparaît clairement et toujours en se basant sur les résultats statistiques que la dose du levain n'a aucun effet significatif sur l'acidité, alors que la durée d'incubation a un effet significatif au seuil de 5% et hautement significatif au seuil de 1%, par contre la dose du levain et le temps d'incubation n'ont aucun effet sur l'évolution du pH.

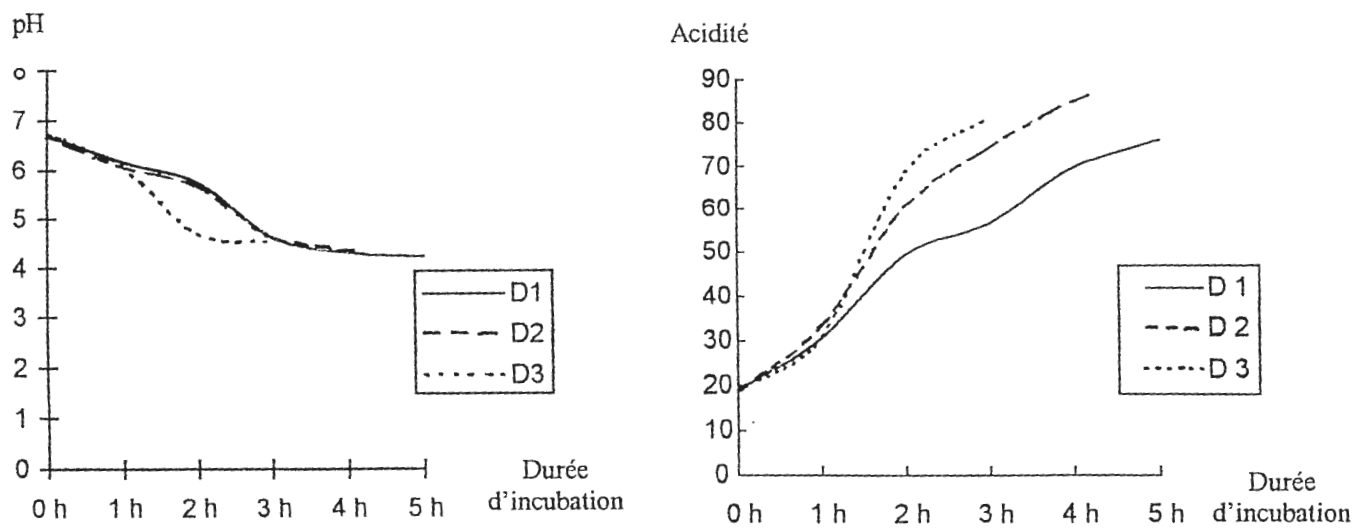


Figure 8: Evolution de l'acidité lactique et du pH au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature

III.1.1.2) Evolution de la matière sèche au cours de la conservation du yaourt étuvé

nature :

Au cours de notre travail, nous avons remarqué que l'échantillon liquide prend plus de temps (au delà de 10 heures) pour maintenir le même poids après deux pesées successives pendant l'étuvage . par contre, les yaourts aux dernier stade (prêt à consommer) mettent 6 heures pour que la différence entre les deux dernières pesées soit négligeable.

Nous remarquons que la matière sèche est toujours en décroissance pour l'ensemble des échantillons.

Selon le tableau 4, on remarque que la matière sèche est maximale pendant les deux premières semaines et minimale dans les dernières semaines de conservation, de ce fait, il apparaît que la durée de conservation a un effet sur la matière sèche du produit fini, toute fois cette dernière est conforme aux normes.

Cependant ce qui est remarquable c'est que la matière sèche est approximativement la même au cours de la conservation, pour tous les échantillons, cette dernière varie entre 1,5 : g/10 ml à 2 g/ 10ml.(figure 9) .

D'après **GUYOT (1992)**, la matière sèche non grasse du yaourt doit atteindre 8,2%, calculés sur les produits lactés.

En se référant à cette donnée bibliographique, on constate que nos produits sont assez riche en matière sèche, avec un maximum de 150 g/l de yaourt avec la dose 4% et un minimum de 120g/l de yaourt avec la faible dose de levain.

Selon les résultats statistiques la dose du levain et le durée d'incubation ont un effet significatif au seuil de 5% et un effet hautement significatif au seuil de 1% sur l'évolution de la matière sèche.

Tableau 4 : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation du yaourt étuvé nature (g/10ml).

Yaourts Jours	Yaourt 1 (D1 = 2%)	Yaourt 2 (D2= 3%)	Yaourt 3 (D3= 4%)	Signification statistique
0 heure (Lait frais)	2	2	2	
J ₀	1.4	1.5	1.7	(*) à (**)
J ₇	1.3	1.4	1.6	
J ₁₄	1.2	1.3	1.5	
J ₂₁	1.2	1.3	1.5	
S.S	(*) à (**)			

D : Dose des ferments.

S.S : Signification statistique.

J : Jours.

(*) : Effet significatif.

(**) : Effet hautement significatif.

Matière sèche (g/10ml)

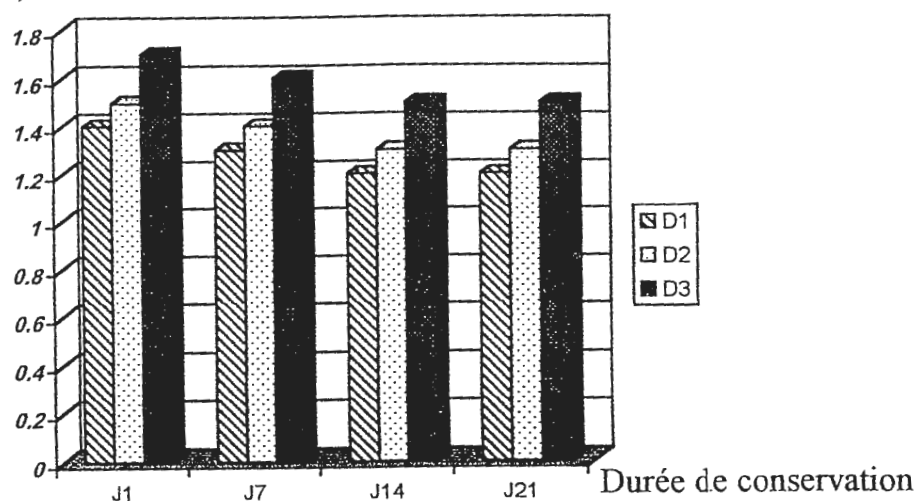


Figure 9 : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation du yaourt étuvé nature (g/10ml).

III.1.1.3) Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé nature :

Les résultats de l'acidité et du pH obtenu au cours de la conservation du yaourt étuvé nature sont représentés dans le tableau 5 et la figure 10.

Au vu de ces résultats, il est clair que le rôle de la température de conservation est évident : plus cette température est élevée, plus elle accélèrera les processus nuisibles à la conservation. Cela dit, l'acidité de nos yaourts a augmenté de 17.2% avec la dose 4%, de 5.8% avec la dose 3% et de 19.7% avec la faible dose, mais malgré cette faible augmentation notre yaourt reste conforme aux normes en matière d'acidité.

Par ailleurs, et après 21 jours de conservation, nous notons que le pH a chuté pour l'ensemble des lots et il oscille entre 4.08 et 4.13. Ces résultats confirment l'effet du froid sur l'activité métabolique des ferments et particulièrement avec le yaourt à 3% dont on observe une faible progression de l'acidité estimée à 5 degré Dornic pendant 21 jours témoignant une activité limite du complexe enzymatique des ferments.

Toute fois, il est utile de signaler, que la température du réfrigérateur était perturbée à cause de l'utilisation de ce dernier par l'ensemble des étudiants préparant leurs sujets.

Les résultats de l'analyse statistique montrent que seule la durée de conservation a un effet hautement significatif sur l'évolution de l'acidité des yaourts, par contre un effet non significatif est marqué avec la dose du levain et la durée de conservation sur l'évolution du pH.

Tableau 5: Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé nature

Yaourt Jours		Yaourt 1 (D1= 2 %)	Yaourt 2 (D2= 3%)	Yaourt 3 (D3= 4%)	Signification statistique	
					pH	D°
J ₀	pH	4.22±0.05	4.30±0.02	4.25±0.0075	N.S	(*) à (**)
	D°	76±0.25	85±0.075	81±0.05		
J ₇	pH	4.18±0.075	4.20±0.01	4.19±0.025		
	D°	82±0.0025	85.9±0.05	84±0.015		
J ₁₄	pH	4.16±0.012	4.16±0.175	4.12±0.225		
	D°	84±0.02	88±0.012	92±0.175		
J ₂₁	pH	4.13±0.16	4.12±0.025	4.08±0.005		
	D°	91±0.012	90±0.02	95±0.01		
S.S	pH	N.S				
	D°	N.S				

D° : Degrés Dornic.

D : Dose de I evain.

J : Jours.

N.S : Effet non significatif.

(*) : Effet significatif.

(**) : Hautement significatif.

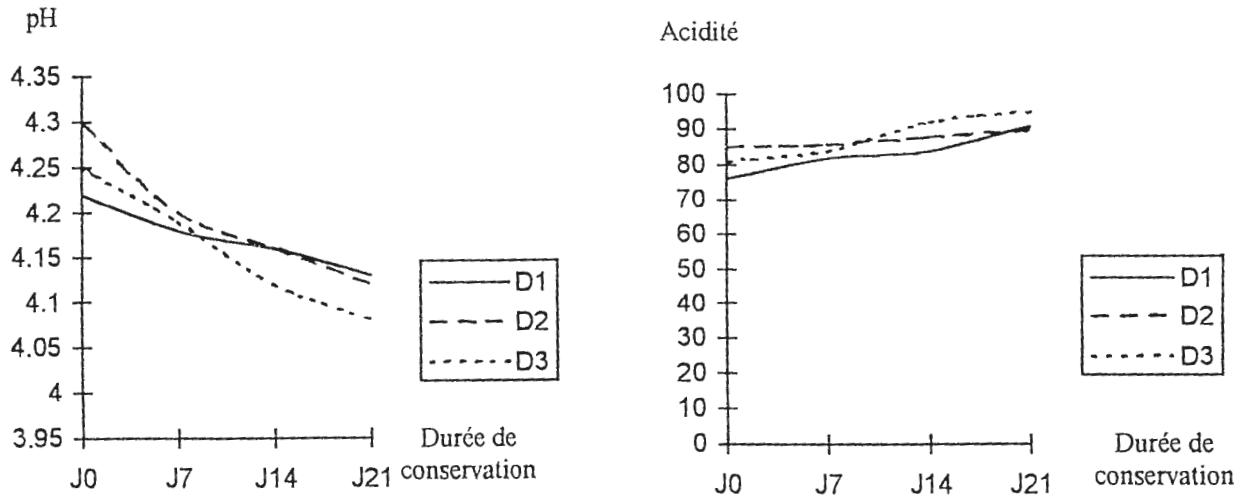


Figure 10: Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt étuvé nature

III.1.2) Analyses microbiologiques :

Le contrôle analytique vise à garantir la composition de la qualité hygiénique de notre produit. En raison de manque de produits, nous nous sommes limiter à la recherche et le dénombrement de trois flores dont les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 6 et la figure 11 •

Partant du principe: « le yaourt est un produit vivant », il en ressort qu'au sein de nos produits règne une flore abondante, cette flore totale et au cours de la conservation marque des fluctuations et cela pour l'ensemble des lots.

Toutefois, il apparaît clairement que la durée de conservation a influencer la multiplication des germes avec un effet stimulateur au cours des deux premières semaines ou un maximum d'amas bactériennes est enregistré avec $821 \cdot 10^3$ germes/ml au niveau du lot à 4% et $312 \cdot 10^3$ germes/ml au niveau du lot à 3% de levain. L'autre effet inhibiteur apparaît à la dernière semaine ou l'ensemble des courbes marquent un déclin témoignant la phase de dégénérescence des germes.

Par ailleurs, il se peut que nos résultats soient aussi influencés par les conditions d'hygiène, par la propreté du matériel qui entre en contact avec l'emballage du yaourt et par la température d'entreposage, cette dernière comme nous l'avons déjà signalé est perturbée et les résultats obtenus en témoignent, car si la température était maintenue à + 4°C, elle prévienne la prolifération des bactéries.

En dehors de ces germes totaux, on observe l'absence des Staphylocoques tout au long de la durée de conservation.

La même remarque a été notée à l'égard des moisissures, malgré que l'entreposage a été pratiqué dans un réfrigérateur contenant divers matériels biologiques.

D'autre part l'absence des contaminant à savoir les Staphylocoques, les levures et moisissures confirme l'effet de l'acide lactique et du pH sur la sauve garde de la qualité bactériologique du produit fini, c'est ainsi que **DESMAZEAUD (1992)**, signale que les bactéries lactiques ont un rôle fondamentale dans l'inhibition des flores non lactiques des produits laitiers.

Tableau 6: Evolution du nombre de micro-organismes des trois Flores au cours de la conservation du yaourt étuvé nature ($n.10^2$ germe/ml).

Yaourts		Yaourt 1 (D1= 2 %)	Yaourt 2 (D2= 3%)	Yaourt 3 (D3= 4%)	Normes	Signification statistique
						Germes Totaux
Jours						
J ₀	F.T	614	598	532		N.S
	S	Abs	Abs	Abs	$<3.10^2$ ger/ml	
	L.M	Abs	Abs	Abs	$<10^2$ ger/ml	
J ₇	F.T	1750	3026	1692		
	S	Abs	Abs	Abs		
	L.M	Abs	Abs	Abs		
J ₁₄	F.T	4273	3121	8216		
	S	Abs	Abs	Abs		
	L.M	Abs	Abs	Abs		
J ₂₁	F.T	2520	2476	1832		
	S	Abs	Abs	Abs		
	L.M	Abs	Abs	Abs		
S.S	Germes Totaux	N.S				

D : Dose du levain. F.T : la Flore totale.
 J : jour. S : Staphylococcus.
 S.S : signification statistique. L.M : Levures et moisissures.
 N.S : Effet non significatif. ger : germe.

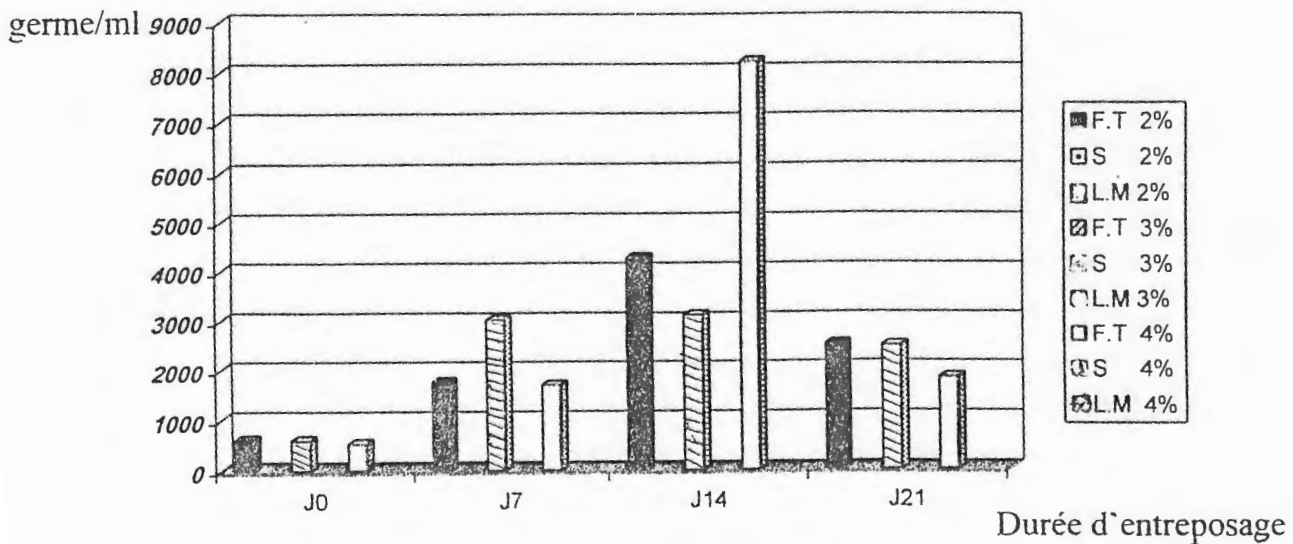


Figure 11: Evolution de la flore totale au cours de la conservation du yaourt étuvé nature ($n.10^2$ germe/ml).

Tableau 7: Résultats de l'analyse sensorielle

Critères	Durée de Conservation	Yaourt 1 (D1 = 2%)	Yaourt 2 (D2= 3%)	Yaourt 3 (D3= 4%)
Texture	J ₀	6	6	6
	J ₇	6	6	6
	J ₁₄	4	5	4
	J ₂₁	2	3	2
Somme		18	20	18
S.S	N.S			
Gout	J ₀	6	6	6
	J ₇	6	6	6
	J ₁₄	5	5	4
	J ₂₁	4	4	3
Somme		21	21	19
S.S	N.S			
Odeur	J ₀	5	6	5
	J ₇	5	5	5
	J ₁₄	5	5	4
	J ₂₁	4	3	4
Somme		19	19	18
S.S	N.S			
Couleur	J ₀	6	6	6
	J ₇	6	5	6
	J ₁₄	5	5	4
	J ₂₁	4	4	4
Somme		21	20	20
S.S	N.S			

D : Dose de l'évain.

J : Jours.

S.S : Signification statistique.

N.S : Effet non significatif.

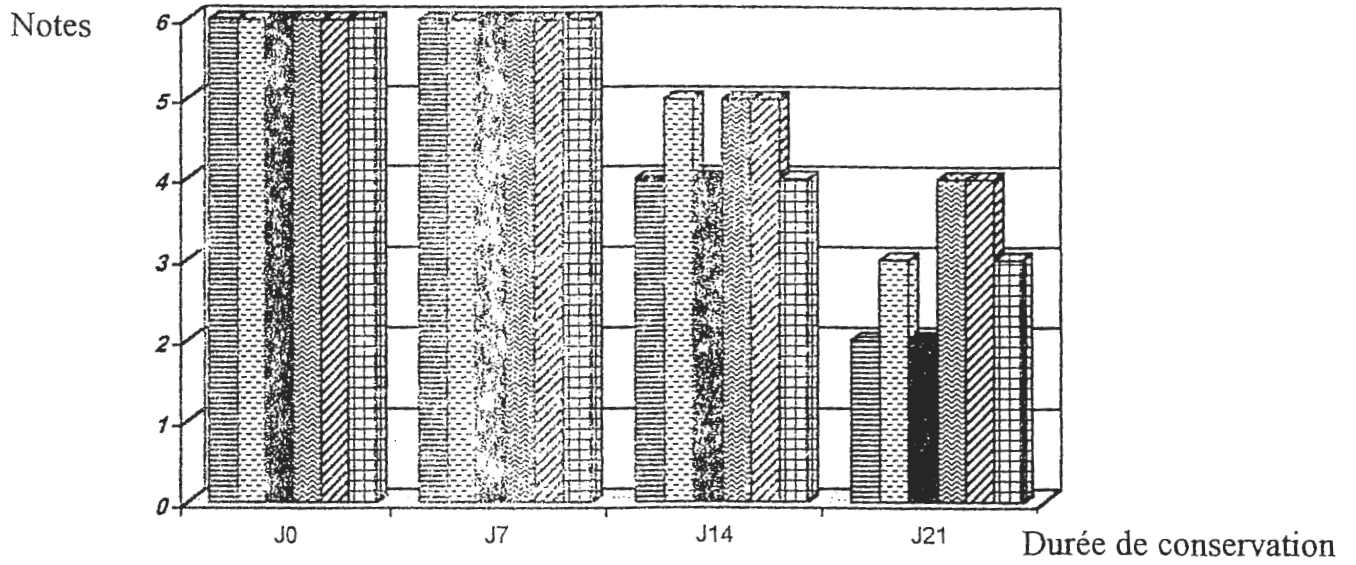


Figure 12: Evolution de la texture et du goût au cours de la conservation des différents yaourts étuvés naturels

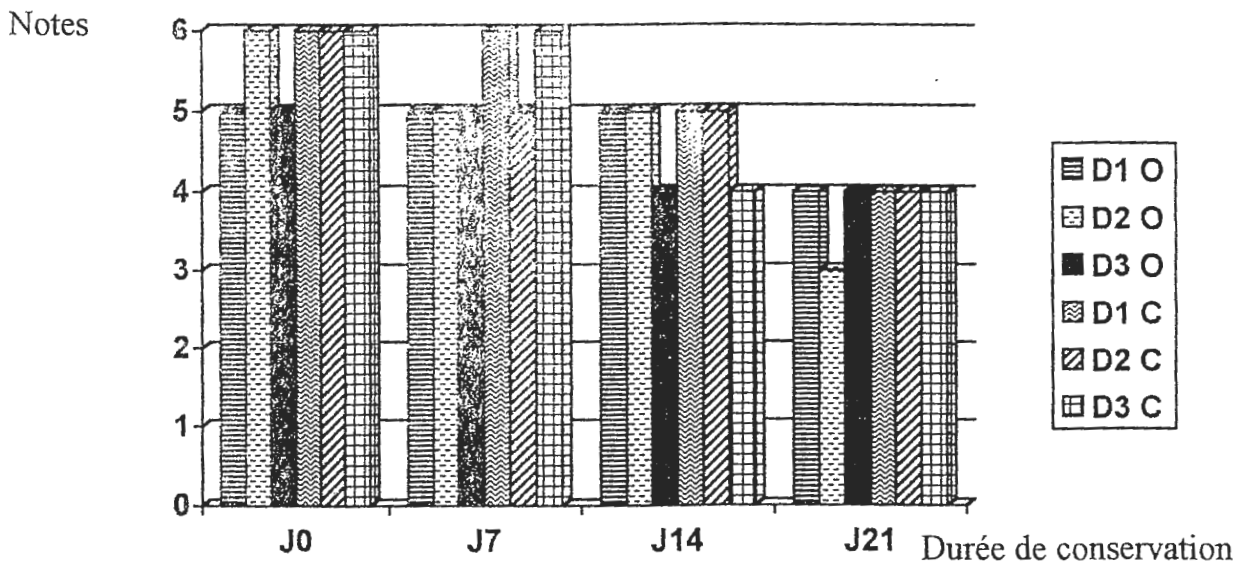


Figure 13: Evolution de l'odeur et de la couleur au cours de la conservation des différents yaourts étuvés naturels

c) Odeur :

En général l'estimation de l'odeur du produit fini est assez bonne jusqu'à bonne. ceci s'explique par la production de l'arôme spécifique qui est l'Acétaldehyde par les bactéries du yaourt.

Selon DESMAZEAUD (1992 in LENOIR et al, 1992) le diacetyl et l'acetaldehyde sont des composés. intervenant fortement dans l'arôme des produits fermentés. Le yaourt à 3% de levain prend le dessus au cours des deux premières semaines.

Enfin. il apparaît d'après les résultats statistiques que l'odeur n'est pas influencée par la dose des ferments.

d) Couleur :

On remarque que le critère couleur est presque comparable pour les trois lots. c'est ainsi que les deux histogrammes ont pris presque la même allure.

Les différents yaourts révèlent une couleur de bonne à assez bonne.

L'analyse statistique montre que la couleur des différents lots de yaourt est similaire.

D'après les résultats du test de dégustation. on peut déduire :

- Que la qualité organoleptique de nos yaourts étuvés naturels est acceptable.
- Que cette qualité se détériore à partir de la deuxième semaine de conservation donc. il est indispensable de commercialiser ce produit au cours des 15 premiers jours avec un soin particulier à la température d'entreposage.

III.2) Comportement d'un levain thermophile sur trois types de lait

III.2.1) Analyses physico-chimiques

III.2.1.1) Evolution de l'acidité lactique et du pH au cours de la fabrication des yaourts étuvés nature

Il existe une très grande variété de types de yaourts obtenues à partir de lait de vache, de chèvre, mais aussi de lait pasteurisé (tableau 8)

Notre étude montre que l'acidité du yaourt fabriqué avec le lait de vache augmente considérablement au cours de l'étuvage suivie par celle du yaourt de lait pasteurisé. L'évolution de l'acidité est remarquable dès la deuxième heure témoignant la présence des conditions favorables au bon déroulement de la fermentation lactique.

En revanche, le yaourt fabriqué avec le lait de chèvre prend plus de temps pour coaguler, estimé de six heures pour avoir 8.1 g d'acide lactique par litre de lait et un pH = 4.65.

Cette différence de vitesse de coagulation sur le lait de vache et le lait de chèvre peut être liée à l'alimentation car il se trouve que la vache dont notre lait d'expérimentation est issu se trouve en stabulation entravée alors que la chèvre est en stabulation libre donc une alimentation différente, par ailleurs, il se trouve d'après les données bibliographiques que le lait de chèvre est plus riche en matière grasse que le lait de vache (45 à 50 g/l contre 35 g/l), d'autre part ECK et LAVOISIER (1987), rapporte que la matière grasse a un effet inhibiteur vis à vis des ferments du yaourt.

D'après la figure 4 de l'évolution du pH, il apparaît clairement que le pH du lait de vache chute rapidement pour atteindre pH 4.87 pendant quatre heures d'étuvage, par contre avec le lait de chèvre il est de pH 4.65 mais avec un temps plus long estimé de six heures, ces différences sont en corrélation avec la production de l'acide lactique et probablement liés à la composition du lait.

D'après nos résultats, nous pouvons avancer que le temps économique de fabrication du yaourt dépend principalement de la dose du levain et de la nature de la matière première, c'est à dire du lait.

Les résultats de l'analyse statistique montrent que l'origine du lait n'a aucune signification sur l'acidité des yaourts mais la durée d'incubation a un effet hautement significatif.

Par ailleurs l'analyse de variance montre que ni l'origine du lait, ni la durée d'incubation à un effet sur le pH des yaourts.

Tableau 8: Evolution de l'acidité et du pH au cours de la fabrication des différents types de yaourt étuvé.

Type de Yaourt Heures		Yaourt de lait de vache	Yaourt de lait de chèvre	Yaourt de lait pasteurisé	Signification statistique	
					pH	D°
0h	pH	6.55±0.025	6.5±0.0625	6.58±0.0075	N.S	(*) à (**)
	D°	20±0.15	18±0.025	21±0.05		
1h	pH	6.37±0.005	6.31±0.01	6.45±0.0125		
	D°	3.4±0.1	20±0.05	33±0.02		
2h	pH	5.46±0.005	6±0.005	6.22±0.01		
	D°	38.5±0.125	40.7±0.325	39±0.05		
3h	pH	5.24±0.005	5.74±0.005	5.23±0.005		
	D°	53±0.0025	52±0.1	59.1±0.02		
4h	pH	4.87±0.0025	5.28±0.0075	4.98±0.035		
	D°	73±0.1	58±0.05	64±0.2		
5h	pH		5.01±0.0175	4.67±0.04		
	D°		62.7±0.1375	73.5±0.175		
6h	pH		4.65±0.075			
	D°		81±0.2			
S.S	pH	N.S				
	D°	N.S				

D : Dose du l evain.

J : Jours.

S.S : Signification statistique.

N.S : Effet non significatif.

(*) : Effet significatif.

(**) : Effet hautement significatif.

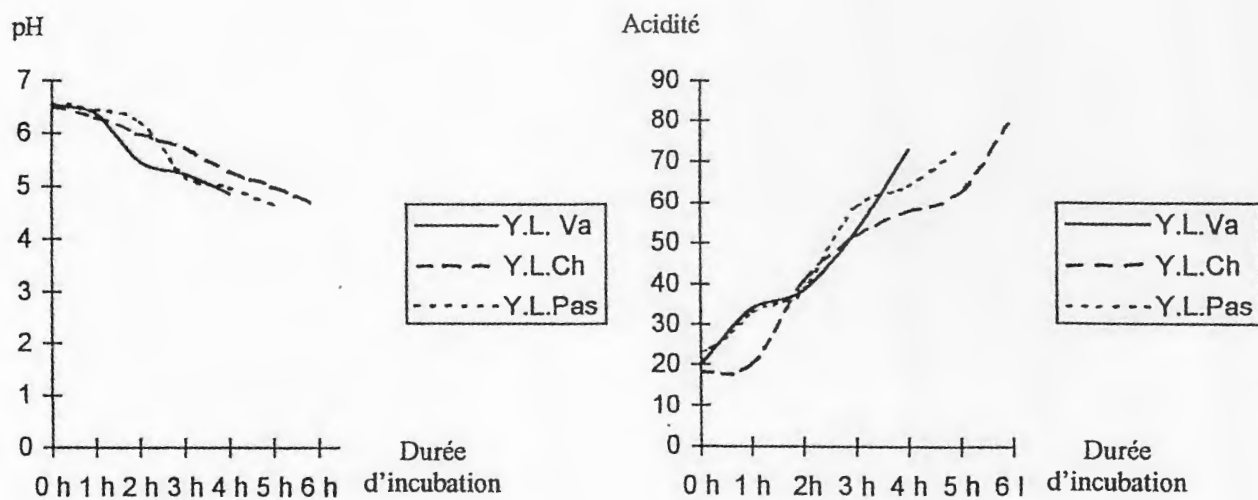


Figure 14: Evolution de l'acidité et du pH au cours de la fabrication des différents types de yaourt étuvé.

III.2.1.2) Evolution de la matière sèche au cours de la conservation des yaourts

étuvés natures :

Les résultats obtenus sont portés dans le tableau 9 et représentés par la figure 15.

Nos résultats montrent que la matière première utilisée pour la production du yaourt étuvé nature est riche en matière sèche avec un minimum de 170 g par litre de lait pasteurisé et un maximum de 250 g par litre de lait de chèvre.

Les chiffres enregistrés avec la matière sèche de lait de vache et du lait de chèvre, sont des moyennes et ne peuvent être considérés comme des bases immuables.

En effet le pourcentage de la matière sèche du lait varie selon chaque race, nous pourrions dire selon chaque individu, selon son alimentation, sa période de lactation et son état de santé.

Par ailleurs NAUDTS et MOTTAR (1995) rapportent que le lait de chèvre est plus riche que le lait de vache avec un extrait sec dépassant 150 g par litre de lait, donc cette donnée justifie et confirme les résultats obtenus.

Cependant, au cours de la conservation les différents produits finis perdent une partie de leur extrait sec. Le pourcentage de diminution de l'extrait sec total est de l'ordre de 36% pour le yaourt de lait de chèvre, de 17.65% pour le yaourt de lait pasteurisé et de 29.4% pour le cas du yaourt de lait de vache, toutefois et malgré cette perte, la teneur des yaourts en matière sèche reste conforme aux normes.

Reste à signaler que d'après nos résultats, il serait souhaitable d'écouler le produit au cours des 15 premiers jours de la conservation.

Les résultats de l'analyse statistique montrent que l'origine du lait a un effet significatif au seuil de 5% et hautement significatif au seuil de 1% sur la matière sèche du yaourt par contre la durée de conservation n'a aucun effet sur la matière sèche.

Tableau 9: Evolution de la matière sèche au cours de la conservation des yaourt étuvés naturels(g/10ml).

Type de Yaourt / Jours	Yaourt de lait de vache	Yaourt de lait de chèvre	Yaourt de lait pasteurisé	Signification statistique
Lait frais	1.8	2.5	1.7	N.S
J ₁	1.7	2.5	1.7	
J ₇	1.2	2.4	1.7	
J ₁₄	1.2	2.3	1.7	
J ₂₁	1.2	1.6	1.4	
S.S	(*) à (**)			

J : Jours. (*) : Effet significatif.
 S.S : Signification statistique. (**) : Effet hautement significatif.
 N.S : Effet non significatif.

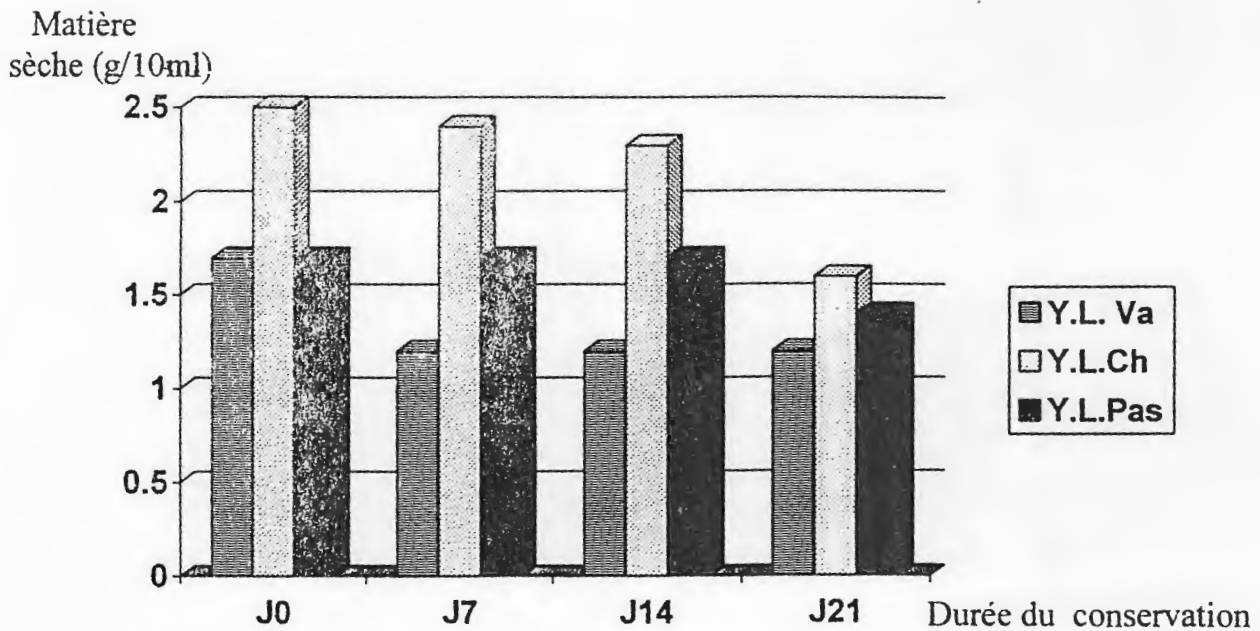


Figure 15: Evolution de la matière sèche au cours de la conservation des yaourt étuvés naturels(g/10ml).

III-2-1-3) Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation des différents yaourts étuvés naturels :

Le tableau 10 et la figure 16 illustre les résultats de l'évolution de l'acidité lactique et du pH des différents yaourts étuvés naturels au cours de la conservation.

Pendant la conservation l'acidité du yaourt fabriqué avec le lait de chèvre augmente considérablement, cette augmentation s'accélère au 21^{ème} jour pour atteindre la valeur de 103°D et un pH de 4.28. c'est ainsi que se yaourt de lait de chèvre présente les caractéristiques d'un yaourt brassé en matière d'acidité et de pH.

Par contre l'augmentation de l'acidité des autres yaourts n'est pas considérable malgré que le yaourt fabriqué avec le lait de vache dépasse celui du yaourt de lait de pasteurisé en matière d'acidité, mais de prés.

L'augmentation de la vitesse de production de l'acide lactique dans le lait de chèvre par rapport aux restes des laits s'explique par la richesse de ce lait en substrats activateurs de la voie homofermentaire des ferments du yaourt et de l'acoutumance des ferments avec le biotope.

Donc d'une manière globale il apparaît que la sécrétion d'acide lactique est en faible progression et que la biochimie des bactéries n'est pas perturbée, de même les différents types du yaourt au 21^{ème} jours sont consommables.

Enfin, il serait souhaitable de commercialiser les différents produits au cours des deux premières semaines de la conservation.

D'après les résultats statistiques, la nature du lait ou l'origine du lait a un effet significatif au seuil de 5% sur l'acidité des yaourts, de même la durée de conservation a un effet similaire, c'est à dire significatif, mais au seuil de 1%, l'effet devient hautement significatif.

Par contre l'analyse de variance a montrée qu'il n'y a aucune signification des deux facteurs sur l'évolution du pH au cours de la durée de conservation.

Tableau 10: Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation des différents yaourts étuvés naturels

Jours	Type de yaourt	Yaourt de lait de vache	Yaourt de lait de chèvre	Yaourt de lait pasteurisé	Signification statistique	
					pH	D°
J ₀	PH	4.87±0.0025	4.65±0.2	4.67±0.04	N.S	(*) à (**)
	D°	73±0.1	81±0.075	73.6±0.175		
J ₇	PH	4.70±0.0025	4.51±0.13	4.5±0.02		
	D°	80±0.005	89±0.175	75.5±0.0125		
J ₁₄	PH	4.46±0.125	4.35±0.05	4.48±0.02		
	D°	84±0.005	96±0.0075	79±0.005		
J ₂₁	PH	4.16±0.1	4.28±0.025	4.43±0.035		
	D°	86±0.15	103±0.0625	84±0.2		
S.S	PH	N.S				
	D°	(*) à (**)				

D° : Degré Dornic.

J : Jours.

S.S : Signification statistique.

N.S : Effet non significatif

(*) : Effet significatif.

(**) : Effet hautement significatif.

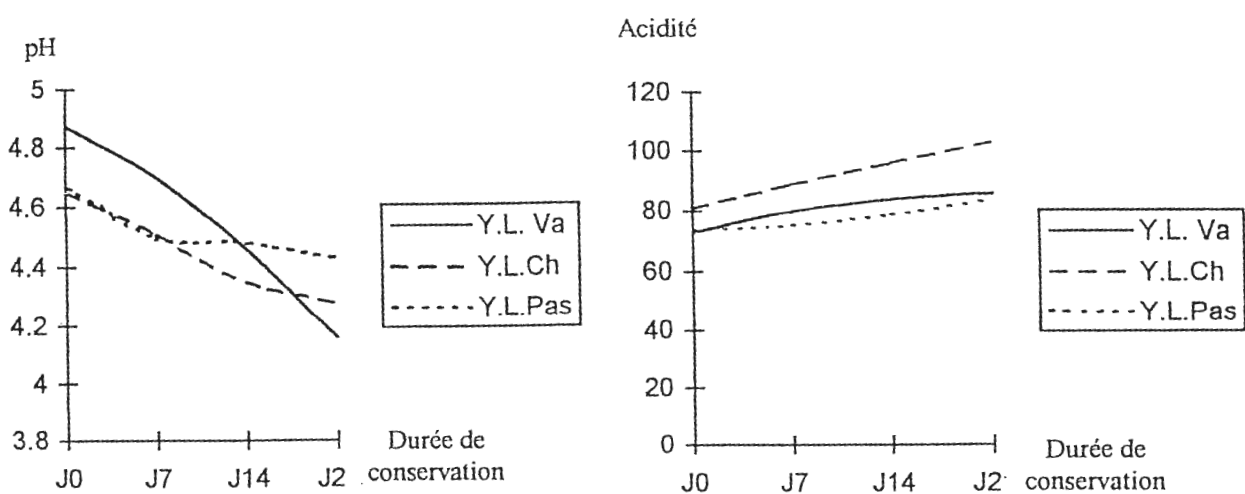


Figure 16: Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation des différents yaourts étuvés naturels

III.2.2)Analyse microbiologique des différents produits finis :

Au vu des résultats portés sur le tableau 11. il apparaît qu'au sein des produits finis règne une flore totale assez abondante. celle ci marque l'extrême de sa présence dans le yaourt de lait de vache ou elle atteint 367.10 germes par ml. La même chose est noté à l'égard des deux autres yaourts étuvés.

Cette présence de germe totaux explique la richesse et l'abondance de facteurs de croissance dans les trois milieux biologiques vivantes.

D'autre part. on a noté l'absence de Staphylocoque et de levures et moisissures cela peut être lié à l'efficacité du traitement thermique appliqué aux matières premières (pasteurisation) ou encore à l'effet inhibiteur de l'acide lactique sachant que ce dernier fait partie des additifs alimentaires(classe de conservation E 270) (figure 17) .

Donc l'absence de ces derniers dans nos produits est un indice de la bonne pratique de fabrication.

Tableau 11: Résultats de l'analyse microbiologique des différents produits finis(n.10² germes/ml).

Type de yaourt / Germes	Yaourt de lait de vache	Yaourt de lait de chèvre	Yaourt de lait pasteurisé	Normes AFNOR
F.T	3672	1820	1098	
S	Abs	Abs	Abs	< 3.10 ² ger/ml
L.M	Abs	Abs	Abs	< 10 ² ger/ml

F.T : flore totale.

S : Staphylococcus.

L.M : Levures et moisissures.

ger : germes.

germes/ml

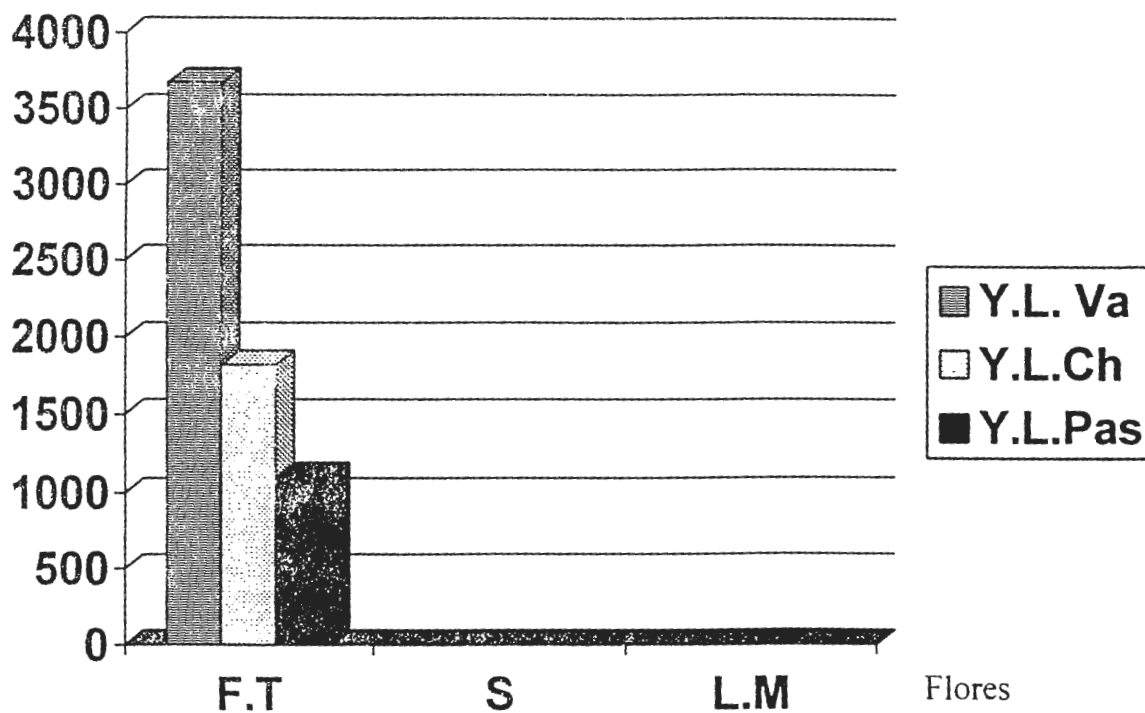


Figure 17: Résultats de l'analyse microbiologique des différents produits finis(n.10² germes/ml).

III.2.3) Test de dégustation :

III.2.3.1) Analyse sensorielle :

Les résultats de l'analyse sensorielle sont représentés dans le tableau 12 et la figure 18 et 19

a) Texture :

Les yaourts fabriqués à base de lait de vache, chèvre et pasteurisé présentent une texture allant de moyenne à assez bonne au cours des 15 premiers jours.

Ceci est due comme on a dit précédemment à l'ensemencement suffisant, aux ferments actifs, et aux bonnes conditions d'incubation et d'autres part à la production de polysaccharides.

Au cours de la dernière semaine de conservation la texture des yaourts de lait de chèvre se détériore à cause de la quantité d'acide lactique produite, cette dernière augmente l'exudation donnant au gel qui perd sa consistance et sa cohésion .

l'analyse statistique des résultats par le biais du test de **FRIEDMAN** a montré que l'origine du lait a un effet significatif à hautement significatif sur la texture du produit fini ($F^* > F_{table}$).

b) Goût :

D'après le barème de notation, le goût est estimé de bon à assez bon pour l'ensemble des yaourts durant la première semaine de conservation.

Au delà du septième jours, le goût du yaourt de lait de chèvre se détériore, la même observation est notés à l'égard du reste des produits mais au cours de la dernière semaine de conservation.

D'après les résultats statistiques, l'effet origine du lait persiste sur le facteur contrôlé qui est le goût avec un effet significatif (5%) à hautement significatif (1%).

c) Odeur :

En générale l'odeur des produits finie est assez bonne, ceci est exprimé par la production de l'arôme spécifique, l'acétaldehyde par les bactéries du yaourt.

Aucune signification n'a été notée à l'égard de l'effet origine du lait sur l'odeur du produit fini.

Tableau 12: Résultats de l'analyse sensorielle des différents yaourts étuvés.

Critères	Durée de Conservation	Yaourt de lait de vache	Yaourt de lait de chèvre	Yaourt de lait pasteurisé
Texture	J ₀	6	6	7
	J ₇	6	5	6
	J ₁₄	5	4	6
	J ₂₁	4	3	5
Somme		21 a	18 b	24 a
S.S	(*) à (**)			
Gout	J ₀	6	5	6
	J ₇	5	5	6
	J ₁₄	4	4	5
	J ₂₁	3	2	3
Somme		18 c	16 b	20 a
S.S	(*) à (**)			
Odeur	J ₀	5	5	6
	J ₇	5	5	5
	J ₁₄	5	4	5
	J ₂₁	4	4	4
Somme		19	18	20
S.S	N.S			
Couleur	J ₀	6	6	6
	J ₇	5	4	6
	J ₁₄	5	4	6
	J ₂₁	5	4	5
Somme		21 a	18 b	23 a
S.S	(*) à (**)			

J : Jours.

S.S : Signification statistique.

N.S : Effet non significatif.

(*) : Effet significatif.

(**) : Effet hautement significatif.

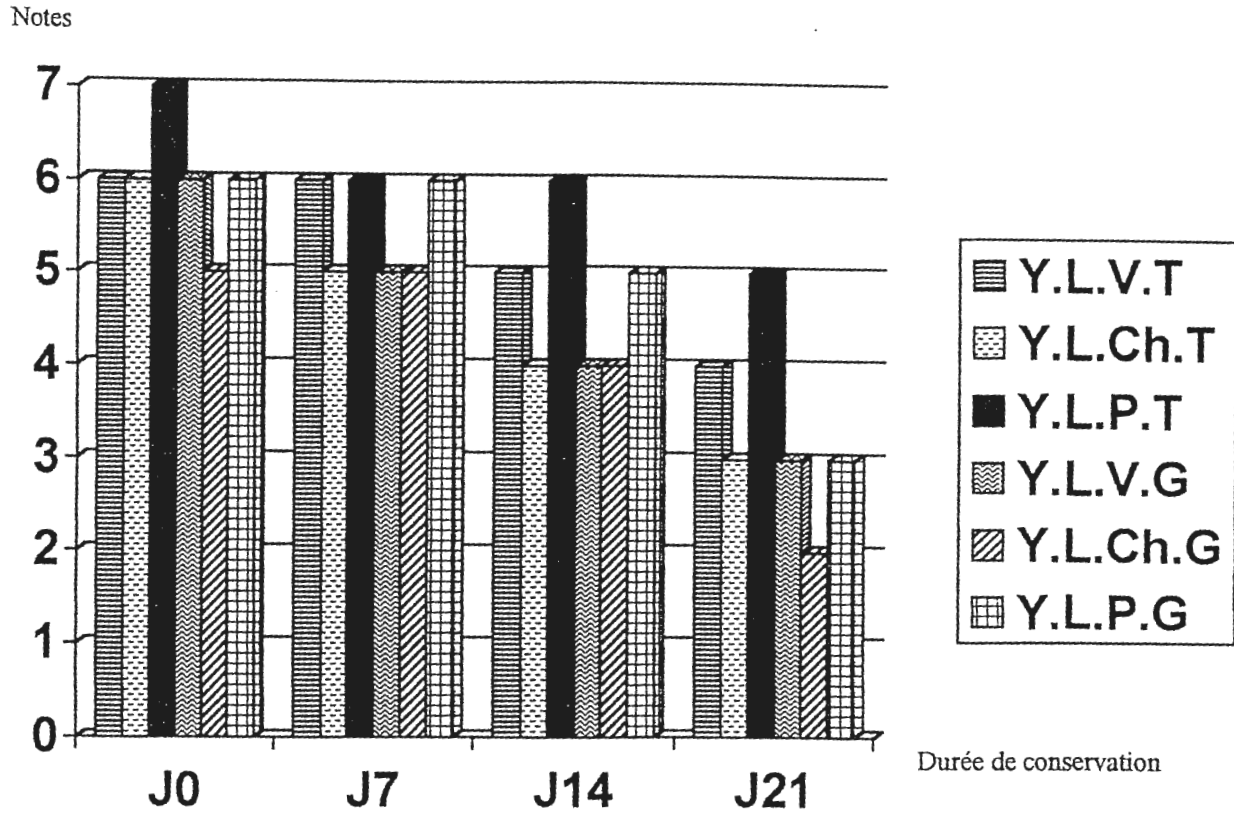


Figure 18 : Evolution de la texture et du goût des différents types du yaourt au cours de la conservation.

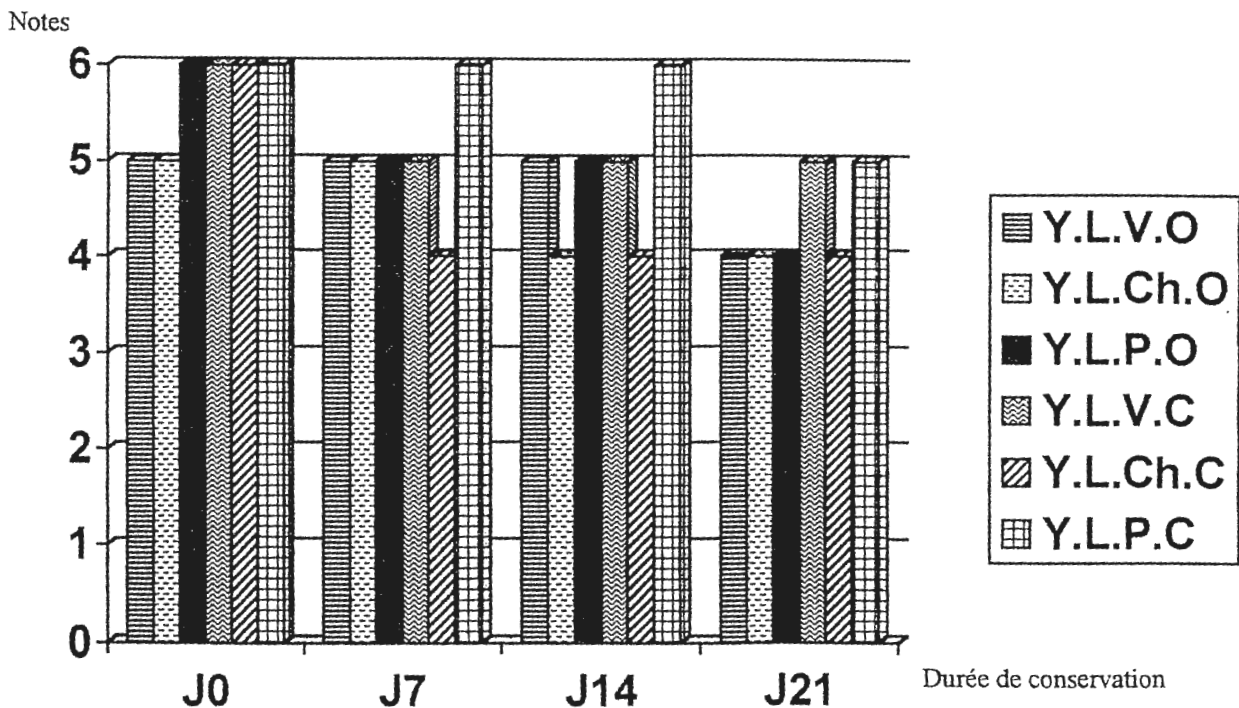


Figure 19 : Evolution de l'odeur et de la couleur des différents types du yaourt au cours de la conservation.

d) Couleur :

Les membres de jury de dégustation ont appréciés beaucoup plus la couleur des yaourts à base de lait pasteurisé et de lait de vache.

Enfin une différence significative a été notée entre la couleur des trois yaourts, cela est évident du moment que la teneur en protéine et en matière grasse diffère entre les différents laits.

En prenant compte de ces résultats, le yaourt du lait pasteurisé est le plus apprécié suivi du yaourt de lait de vache. Par ailleurs en matière de commercialisation et d'après les résultats de l'analyse sensorielle, le yaourt de lait de chèvre doit être vendu pendant les sept premiers jours de conservation, par contre le reste des produits peuvent aller jusqu'à 15 jours.

III.3) Effet de trois doses d'un antibiotique la Gentamicine sur le pouvoir fermentaire d'un levain thermophile.

III.3.1) Evolution de l'acidité et du pH au cours de la fabrication des yaourts étuvés natures

Le lait en raison de sa composition peut être considéré comme un bon milieu de culture. Cependant les conditions de sa production et de traitement qu'il subit peuvent le faire varier au point de modifier la croissance et le métabolisme des bactéries lactiques.

D'après nos résultats représentés dans le tableau 13 et les figures 20,21 et 22 on peut déduire:

- L'effet inhibiteur de la Gentamicine vis à vis des ferments du yaourt diminue avec l'augmentation de la dose du levain. c'est ainsi que les yaourts à 4% de levain coagule en un temps court par rapport aux deux autres lots. mais la dose extrême de l'antibiotique allonge le temps d'incubation du produit.
- La faible dose de l'antibiotique affecte nettement le temps de production du yaourt à 2% de levain dont l'acidité atteint les normes au bout de 10 heures d'incubation (76 °D) par contre une acidité de 74°D est atteinte avec les yaourts à 3% et 4% de levain après 6 heures d'incubation.

La deuxième dose de l'antibiotique affecte nettement la croissance des ferments de yaourts à 2% et 3% de levain en ralentissant la vitesse de production de l'acide lactique de ces derniers dont le pH = 4.64 et pH = 4.44 des yaourts se rapproche du pHi de la caséine après 12 h et 8 heures d'incubation des produits à 2% et 3% de levain. par ailleurs l'acidité atteint respectivement 70°D et 84°D. en revanche, il est bien établi que les ferments du yaourt à 4% de levain ont un comportement similaire à celui observé sur le milieu contenant la faible dose de l'antibiotique car le pHi est atteint au bout de 6 heures avec une acidité de 71°D.

Cependant il se trouve que la dose extrême de l'antibiotique provoque une détérioration de la propriété technologique des ferments qui est le pouvoir acidifiant. c'est ainsi que **LENOIR et al (1992)**, rapportent que 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.

Tableau 13 : Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de trois doses de la Gentamicine au cours de la fabrication du yaourt étuvé nature

		Yaourt à 2% de levain			Yaourt à 3% de levain			Yaourt à 4% de levain			SS	
		D ₁ A	D ₂ A	D ₃ A	D ₁ A	D ₂ A	D ₃ A	D ₁ A	D ₂ A	D ₃ A	pH	D°
2h	pH	5.66±0.05	6.15±0.15	6.47±0.1	5.56±0.005	5.82±0.002	6.60±0.01	4.99±0.07	5.13±0.19	5.61±0.4	(*) à (**)	(*) à (**)
	D°	47±0.2	38±0.025	31±0.075	38±0.136	34±0.2	32±0.225	49±0.405	41±0.05	59±0.022		
4h	pH	5.33±0.3	5.58±0.225	6.42±0.05	5.2±0.20	5.29±0.01	6.55±0.34	4.78±0.90	4.69±0.1	5.38±0.216		
	D°	54±0.06	48±0.06	36±0.225	59±0.0025	57.6±0.16	50±0.0012	59±0.10	54±0.225	50±0.0025		
6h	pH	4.95±0.15	5.13±0.075	6.37±0.01	4.86±0.07	4.95±0.216	6.4±0.029	4.57±0.125	4.61±0.136	5.34±0.19		
	D°	62±0.16	50±0.36	45±0.30	74±0.227	67±0.15	53±0.005	74±0.337	71±0.09	57±0.340		
8h	pH	4.77±0.1	5.02±0.005	5.43±0.04		4.44±0.005	6.13±0.01			5.19±0.55		
	D°	65±0.05	58±0.40	54±0.13		84±0.07	56±0.335			65±0.703		
10h	pH	4.62±0.2	4.9±0.216	5.38±0.07			5.97±0.19			4.79±0.1		
	D°	76±0.27	65±0.0025	59±0.022			60±0.225			69±0.150		
12h	pH		4.64±0.22	5.13±0.2			5.6±0.72			4.65±0.20		
	D°		70±0.27	68±0.29			62±0.01			70±0.330		
14h	pH			4.59±0.175			4.8±0.002					
	D°			78±0.225			75±0.09					
S.S	pH	* à **										
	D°	N.S	N.S	* à **	N.S	N.S	* à **	N.S	N.S	* à **		

D₁A : Première dose de l'antibiotique = 0.02 µl/l
 D₂A : Deuxième dose de l'antibiotique = 0.04 µl/l
 D₃A : Troisième dose de l'antibiotique = 0.06 µl/l

S.S : Signification statistique.
 N.S : Effet non significatif.
 (*) : Effet significatif.
 (**) : Effet hautement significatif.

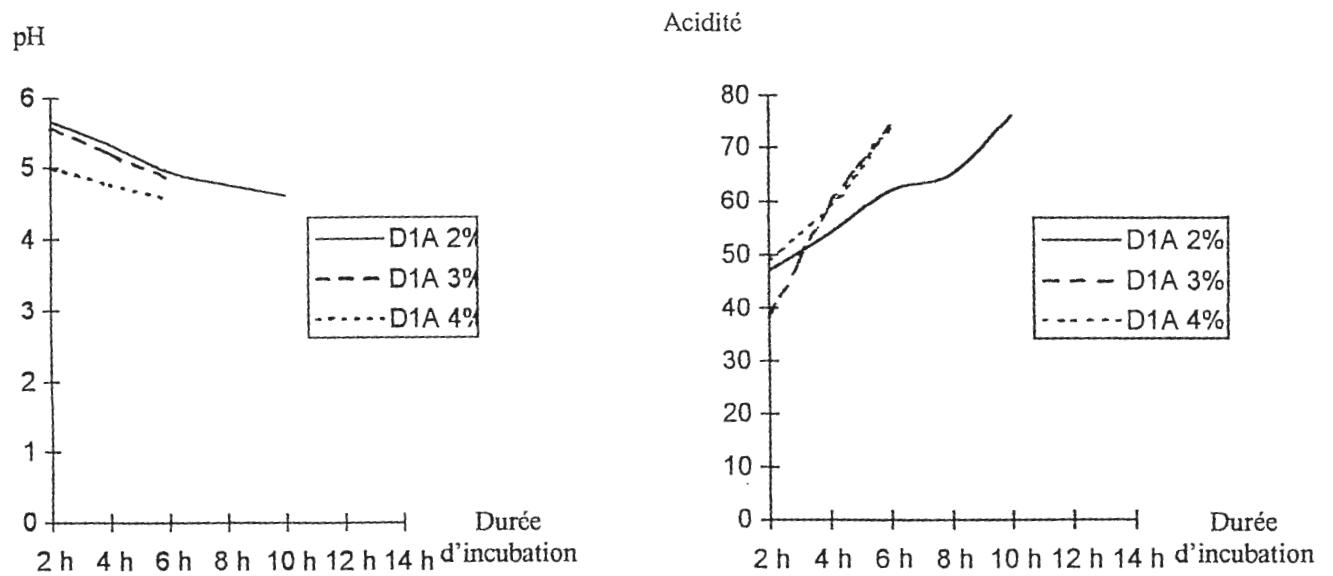


Figure 20 : Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de la première dose de la Gentamicine au cours de la fabrication des différents yaourts étuvés naturels.

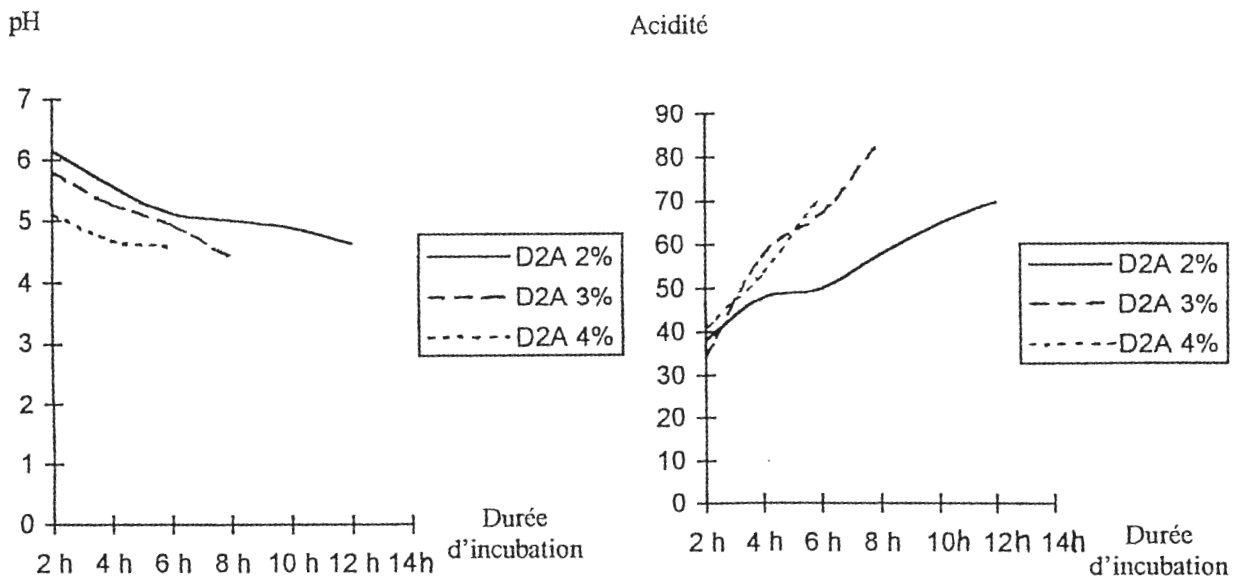


Figure 21: Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de la deuxième dose de la Gentamicine au cours de la fabrication des différents yaourts étuvés naturels.

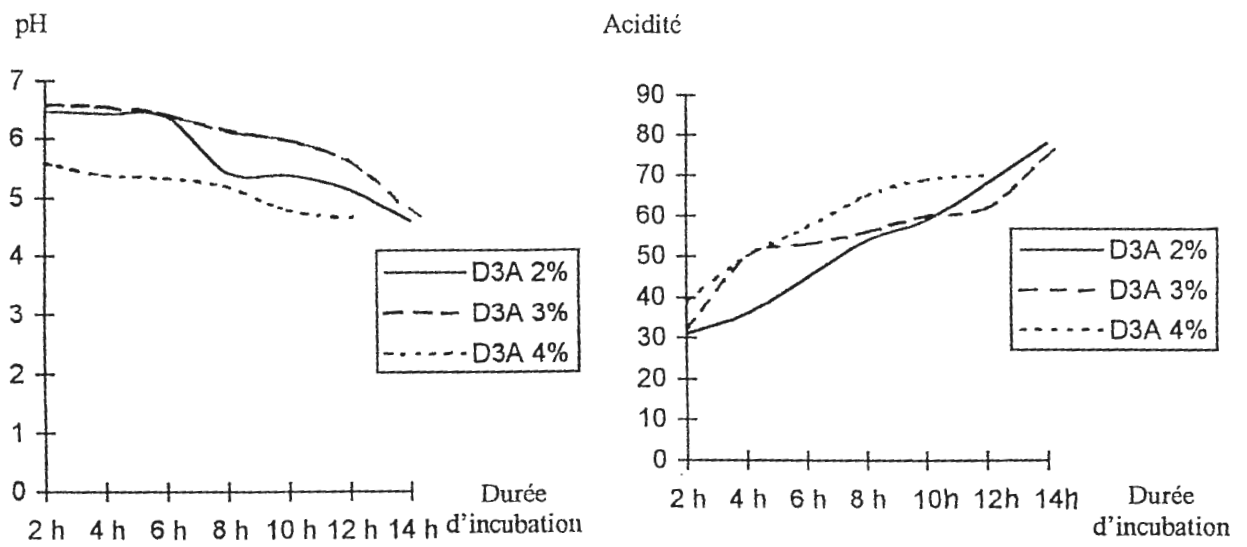


Figure 22 : Evolution de l'acidité lactique et du pH en présence de la troisième dose de la Gentamicine au cours de la fabrication des différents yaourts étuvés naturels.

CONCLUSION GENERALE

Nous avons commencé ce travail en utilisant trois doses d'un levain thermophile pour la fabrication du yaourt étuvé nature au niveau du laboratoire. Les résultats obtenus sont très satisfaisants, c'est ainsi qu'au cours de la fabrication les doses 3% et 4% sont économiques dont les produits finis sont obtenus respectivement après 4 heures et 3 heures d'incubation avec une acidité de 85°D à 81 °D et un pH de 4,3 à 4,52.

Ce yaourt est riche en matière sèche et dans lequel règne une flore abondante. De même, au cours de la conservation, l'acidité et le pH restent toujours conforme aux normes, par ailleurs le test de dégustation a révélé que le produit présente une qualité organoléptique acceptable avec des meilleurs scores pour le yaourt à 3% de ferments.

Reste à noter que le produit doit être commercialiser au cours des 15 premiers jours de conservation.

Les résultats obtenus avec l'utilisation de trois qualités de lait pour la fabrication du yaourt étuvé ont montré que les ferments présentent les meilleures performances sur le lait de vache avec une acidité de 73°D et un pH final de 4,87. Par ailleurs, et mise à part le yaourt de lait de chèvre, le reste des produits sont conformes aux normes en matière d'acidité et du pH et cela au cours de la conservation, toutefois, les dégustateurs ont apprécié beaucoup plus le yaourt du lait pasteurisé, reste à signaler que les différents yaourts sont riches en matière sèche.

L'étude portant sur le comportement des ferments vis à vis de trois doses de la Gentamicine a révélé une capacité à résister aux doses basses avec une vitesse de production d'acide lactique et de l'abaissement du pH variable.

Par ailleurs, on a noté que l'apport de la dose extrême de l'antibiotique agit en défaveur de la voie glycolytique homofermentaire donc sur la qualité du produit.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURGEOIS C.M et LARPENT J.P,1989 .
Microbiologie Alimentaire
(TEC et DOC, LAVOISIER, p : 306)
- BOURGEOIS C.M et LARPENT J.P,1996 .
Microbiologie Alimentaire
(TEC et DOC, LAVOISIER, p : 402)
- DESMAZEAUD ,MICHEL J,1983.
L'état de connaissances en matières de nutrition des bactéries lactiques
(Revue le lait,p :9- 48)
- DESMAZEAUD , MICHEL J ,1996 .
Les bactéries lactiques
(CIPIL , p :340)
- ECK, A et LAVOISIER, 1987.
Le fromage
(TEC et DOC, LAVOISIER, p : 344)
- GREEBERG, N.A et MAHONEY, R.R, 1982.
Yogourt: nutritional and health properties
(RAME .S. H.C-CHANDAN, PHD, p : 450)
- GUYOT, A, 1992.
Les yaourts
(D.L.GFOOD, TEC, p : 411)
- HOLT, J.G, LISABETH SHARPEN, M.E, MAIR, S et NICOLAS, 1994.
Bergy's Manual of Determinative Bacteriology
(TEC et DOC, APRIA, p:500)
- ISABELLE RAHE -FRANÇOIS BARTHELEMY,1993.
Yaourt et alimentation des enfants
(Syndifrais,1993, p : 310)

JERMYJA RASIE, L.J et Dr JOSEPH. KURMANN, A , 1989.

Yogourt nutritionnal and health properties

(RAME .SHC. CHANDAN, ph. D, p : 332)

KURMANN, J.A, 1989 .

les laits fermentés

(Actualité de la recherche p : 30-42)

LENOIR,J, HERMIER, J , WEBER, F ,1992.

Les groupes microbiennes d'intérêt laitier

(CIPIL, P :530)

LUQUET, F.M et LAVOISIER,1986.

Lait et produits laitiers

(TEC et DOC, LAVOISIER, p : 398)

LUQUET,F.M, 1990.

Lait et produits laitiers(vache, brebis, chèvre)

(TEC et DOC, LAVOISIER, p : 44 5)

NAUDTS, M et MOTTAR, J, 1995.

Le lait

(TEC et DOC, LAVOISIER /INRA,p :354)

OUAHES,J , DEVALLEZ,A, 1988.

La biochimie générale

(TEC et DOC,APRIA,P :400)

PIARD,D et DESMAZEAUD, 1991.

Les levains lactiques : Propriétés et Comportement en Technologie Laitière

(Revue le lait, p : 487-524)

De ROISSARD, H et LUQUET, F.M, 1993 .

Bactéries lactiques

(LORICA, p : 392)

RAIJPUT, Y.S , BLAVADASAN , M.Ket GAGULI,N.C, 1983.

Changes in the chemical status of calcium in casein micelles with the pH of milk

(RAME.SHC. CHANDAN, PHD, p: 209)

SALMINEN,S WRIGHT, A.V, 1993.

Lactic Acid Bacteria

(MARCEL. DEKKER,p:350)

VAN ASSCHE, P, 1996 .

Regard actuel sur les produits laitiers fermentés

(Le lait et nous n° 04, p : 372)

[http://www.fao .org/docrep/T4280F/ T4280 Fod.htm](http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280Fod.htm).

ANNEXE I

Milieux de culture

1) Milieu O.G.A :

Extrait de levure	5g
Glucose	20g
Agar	20 g
Eau distillée	1000 ml

Addition de l'oxytetracycline (une gellule diluée dans 100 ml d'eau distillée) à raison de 60 ml de la solution préparée dans un litre de milieu O.G.A préalablement fondu et refroidi à 45°C.

2) Milieu de Chapman :

Peptone de viande	10,0 g
Extrait de viande	1,0 g
Sodium chlorure	75,0 g
D (-) mannitole	10,0 g
Rouge de phénol	0,025 g
Agar – Agar	12,0 g
Eau distillée	1000 ml
pH final	7,4 ± 0,1

3) Milieu de Gélose nutritive :

Macération de viande	12 g
Peptone tryptique	15 g
NaCl ou KCl	05 g
Agar	15 à 20 g
pH	6,8 à 07
Stérilisation	120°C/ 15 mn

ANNEXE II

Le barème de notation de l'analyse sensorielle.

- | | |
|---|-----------------------|
| 1 | très mauvaise |
| 2 | mauvaise |
| 3 | ni bonne. ni mauvaise |
| 4 | moyenne |
| 5 | Assez bonne |
| 6 | bonne |
| 7 | très bonne |

ANNEXE III

III-1) Test de FRIEDMAN

Il donne le maximum de chances de mettre en évidence la reconnaissance par les sujets de différence entre les échantillons.

- Décodage des échantillons et calcul des sommes des rangs.
- Décoder les échantillons en inscrivant dans un tableau le rang de classement donné à chaque échantillon par chaque sujet lorsqu'il y a des exæquo, inscrire le rang moyen.
- Calculer les sommes des rangs pour chaque échantillon en réalisant la somme des colonnes.
- Comparaison globale de tous les échantillons.

$$F = \frac{12}{JP(P+1)}(R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_j^2) - 3J(P+1)$$

où :

J : nombre de sujets ;

P : le nombre d'échantillon

R_1, R_2, \dots, R_P : les sommes des rangs attribuées aux P échantillons pour j sujets.

F : est comparé aux valeurs critiques du tableau : a

Si F est supérieur ou égal à la valeur critique correspondant au nombre de sujet, au nombre d'échantillon et au seuil de 5% ou de 1%. on peut conclure à une différences significative entre les échantillons.

Si le nombre J de sujets devient grand, on considère que F soit approximativement une loi de X^2 à (P-1) degrés de liberté, valeurs marquées de double astérisque(**) dans le tableau : a

Si le nombre P de produit est supérieur à 5, on utilise également cette approximation : les valeurs de X^2 à (P-1) degrés de liberté sont données dans le tableau : b .

Tableau a : valeurs critiques du test de FRIEDMAN (seuil de 0,05 et 0,01)

Nombre de sujets J	Nombre D'échantillon (ou de produits)P					
	3	4	5	3	4	5
	Seuil de signification $\alpha=0.05$			Seuil de signification $\alpha=0.01$		
2	-	6.00	7.60	-	-	8.00
3	6.00	7.00	8.53	-	8.20	10.13
4	6.50	7.50	8.80	8.00	9.30	11.00
5	6.40	7.80	8.96	8.40	9.96	11.52
6	6.33	7.60	9.49	9.00	10.20	13.28
7	6.00	7.62	9.49	8.85	10.37	13.28
8	6.25	7.65	9.49	9.00	10.35	13.28
9	6.22	7.81	9.49	8.66	11.34	13.28
10	6.20	7.81	9.49	8.60	11.34	13.28
11	6.54	7.81	9.49	8.90	11.34	13.28
12	6.16	7.81	9.49	8.66	11.34	13.28
13	6.00	7.81	9.49	8.76	11.34	13.28
14	6.14	7.81	9.49	9.00	11.34	13.28
15	6.40	7.81	9.49	8.93	11.34	13.28

Tableau b : valeurs critiques de la loi χ^2 (seuil de 0,05 et 0,01)

Nombre d'échantillon	Nombre de degrés de liberté du χ^2	Seuil de signification X	
		X=0.05	X=0.01
3	2	5.99	9.21
4	3	7.81	11.34
5	4	9.49	13.28
6	5	11.07	15.09
7	6	12.59	16.81
8	7	14.07	18.47
9	8	15.51	20.09
10	9	16.92	21.67
11	10	18.31	23.21
12	11	19.67	24.72
13	12	21.03	26.22
14	13	22.36	27.69
15	14	23.68	29.14

III-2) Dispositif Monofactoriel en bloc :

$$TCG = \frac{\left(\sum_{i,b} x \right)^2}{n=t.b}$$

$$SCE_T = \sum_{i,b} x^2 - TCG$$

$$SCE_{F.E} = \frac{\sum_{i,b} \left(\sum_{i,b} x_i \right)^2}{b} - TCG$$

$$SCE_{F.C} = \frac{\sum_{i,b} \left(\sum_{i,b} x_b \right)^2}{t} - TCG$$

$$SCE_{résiduel} = SCE_T - (SCE_{F.E} + SCE_{F.C})$$

◆ Tableau de l'analyse de variance :

Σ de CE	SC.E	DDL	CM	δ résiduelle
Total		(t.b)-1		
F.E		t-1	$\frac{SCE_{F.E}}{t-1}$	$\sqrt{CM_r}$
FC		b-1	$\frac{SCE_{F.C}}{b-1}$	
Résiduelle		(t-1)(b-1)	$\frac{SCE_r}{(t-1)(b-1)}$	

DDL : degré de liberté

SCE : la somme des carrés des écarts

FE : facteurs étudiés .

FC : facteur contrôlés .

ملخص

دراستنا الأولية تمت حول تأثير استعمال ثلاثة تراكيز لخميرة الياوروت على النوعية الفيزيوكيميائية، الميكروبيولوجية والحسية للياوروت الطبيعي.

النتائج المتحصل عليها أظهرت أن التركيزان 3% و 4% إقتصاديان لوقت التصنيع وبأن المنتج النهائي أظهر خصائص فيزيوكيميائية وميكروبيولوجية جيدة وهذا خلال مدة الحفظ، ومن جهة أخرى تبين أن الياوروت المحضّر بـ 3% من الخميرة هو الأفضل من الناحية الحسية.

استعمال ثلاث أنواع من الحليب لصناعة الياوروت الطبيعي أظهر أن الخميرة تعطي أفضل الخصائص التكنولوجية على حليب البقرة والحليب المبستر من جهة أخرى ومن الناحية الحسية تبين أن ياوروت الحليب المبستر هو الأفضل.

وفي الأخير ومن خلال نتائج الدراسة المتعلقة بتأثير ثلاث تراكيز للمضاد الحيوي على القدرة التخمرية تبين أن التركيز الأقصى يؤثر سلبا على النشاط الأيضي للخمائر.

كما لاحظنا أن باقي التراكيز تؤثر أيضا على سرعة إنتاج حمض اللبن.

SUMMARY

Our first study has been led on the effect of the use of three doses of a leaven thermophile on the physico - chemical, microbiological and gustatory quality of yogurt steamed nature. The gotten results showed that doses of 3% and 4% are economic, that the finished product presented a good physico - chemical and microbiological quality during the conservation but on the Gustatory plan yogurt to 3% of ferments is the more appreciated.

The use of three types of milk for the manufacture of yogurt steamed, showed that ferments give the best technological performances on the milk of cow and the pasteurized milk, however tasters appreciated the yogurt of the pasteurized milk a lot more.

In short results of the survey carrying on the effect of three doses of the Gentamicine on power fermentary of the yogurt ferments showed that the extreme dose of the antibiotic affects the metabolic activity of ferments distinctly, however a disruption of the speed of production of the lactic acid is noted with the remainder of doses.

Key words: Leaven, Ferment, Yogurt, Gentamicine, Milk.

RESUME

Notre première étude a été menée sur l'effet de l'utilisation de trois doses d'un levain thermophile sur la qualité physico-chimique, microbiologique et Gustative du yaourt étuvé nature. Les résultats obtenus ont montré que les doses de 3% et 4% sont économiques, que le produit fini a présenté une bonne qualité physico-chimique et microbiologique au cours de la conservation mais sur le plan gustatif, le yaourt à 3% des ferments est le plus apprécié.

L'utilisation de trois types de lait pour la fabrication du yaourt étuvé, a montré que les ferments donnent les meilleures performances technologiques sur le lait de vache et le lait pasteurisé, toutefois les dégustateurs ont apprécié beaucoup plus le yaourt du lait pasteurisé.

Enfin les résultats de l'étude portant sur l'effet de trois doses de la Gentamicine sur le pouvoir fermentaire des ferments du yaourt ont montré que la dose extrême de l'antibiotique affecte nettement l'activité métabolique des ferments, toutefois une perturbation de la vitesse de production de l'acide lactique est noté avec le reste des doses.

Mots clés : Levain, Ferment, Yaourt, Gentamicine, Lait.