

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE UNIVERSITAIRE DE JIJEL
INSTITUT DES SCIENCES DE LA NATURE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المركز الجامعي بجيجل
معهد العلوم الطبيعية



Mémoire

De fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'étude universitaire
Appliqué (D.E.U.A)

Option : Contrôle de la qualité et analyse

Thème

Contribution à l'étude de l'effet de trois doses d'un
levain thermophile sur la qualité physico-chimique
microbiologique et gustative d'un yaourt brassé

Encadreur :

M^r Idoui Tayeb

Présenté par :

Kamah Ehania

Bourouina Dounia

Lotmani Nora

Promotion 2002

N° d'Ordre



Remerciement

*La louange à dieu seul qui nous a aidé a réaliser nos mémoires,
nous remercions M' Idui Tayeb notre encadreur pour son assistance
et son enseignement durant notre travail.*

*comme nous remercions tous ceux qui nous aidées et donner la main
d'assistance en particulier : M^{me} Bouraoui, M^{me} Hmama, D' Zetily et
tous les techniciens du laboratoire de l'institut de biologie.*

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

Dounia

Ghania

Nora



RESUMÉ

Notre étude a pour but de déterminer la meilleure dose de levain pour aboutir à un yaourt brassé de bonne qualité physico-chimique, microbiologique et gustative. Les résultats obtenus ont montré 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% de ferments est le plus apprécié.

Mots clés : yaourt, levain, qualité, dose.

SUMMARY

Our study has fore object to determine the best dose of a levain in order to obtain best physico-chemical; microbiological and gustatory quality of yogurt mingled. The best results showed that the finished product a good physico-chemical and microbiological quality during the storage, but on the gustatory plan yogurt to 3% of ferments is the more appreciated.

Key words : yogurt, levain, quality, dose.

المخلص

الهدف من دراستنا هو تحديد أحسن جرعة للحصول على نوعية جيدة (فيزيوكيميائية، ميكروبيولوجية وحسية) للياوورت الممزوج. -النتائج المتحصل عليها بينت أن المادة النهائية ذات نوعية جيدة من الناحية الفيزيو كيميائية و الميكروبيولوجية والحسية خلال مدة الحفظ. إلا أنه من الناحية الحسية تبيين أن الياوورت 3% من الخميرة هو الأفضل.

كلمات المفتاح : خميرة، ياوورت، جرعة، نوعية.

Sommaire

| | |
|---|----------|
| Introduction..... | 1 |
| I-Synthèse bibliographique | |
| CHAPITRE I : Le yaourt | |
| I-1-Définition | 2 |
| I-2-Classification..... | 2 |
| I-3-Technologie de fabrication | 2 |
| I-3-1-Préparation du lait..... | 2 |
| I-3-2-L'ensemencement..... | 2 |
| I-3-3-Fermentation..... | 2 |
| I-3-4-Brassage..... | 2 |
| I-3-5-Conservation..... | 2 |
| I-4-Réglementation | 2 |
| I-5-Accident de fabrication..... | 4 |
| I-5-1-Défauts de goût..... | 4 |
| I-5-2-Défauts d'apparence..... | 4 |
| I-5-3-Défauts de texture..... | 4 |
| CHAPITRE II : La Biochimie et la microbiologie du yaourt | |
| II-1-La biochimie du yaourt..... | 5 |
| II-1-1-Transformation de lactose..... | 5 |
| II-1-1-a-Catabolisme de lactose..... | 5 |
| II-1-1-b-production d'acide lactique | 5 |
| II-1-2-Métabolisme des protéines..... | 6 |
| II-1-3-Métabolisme des lipides..... | 6 |
| II-1-4-Les vitamines..... | 6 |
| II-1-5-Acide organique | 6 |
| II-1-6-Production d'acétaldéhyde..... | 6 |
| II-1-7-Production des polysaccharide | 6 |
| II-2-La microbiologie du yaourt..... | 7 |

CHAPITRE III : Les levains lactique

| | |
|---|---|
| III-1-Définition et rôle des levains | 8 |
| III-2-Principaux levains et leur composition..... | 8 |
| III-3-Conservation des levains..... | 8 |
| III-4-Production des levains | 8 |

CHAPITRE IV : Les bactéries du yaourt

| | |
|---|----|
| IV-1-Présentation des bactéries lactiques..... | 9 |
| IV-2-Les bactéries du yaourt | 9 |
| IV-2-1-Lactobacillus delbruekii subs pbulgaricus | 9 |
| IV-2-2-Streptococcus salivarius subsp thermophilus..... | 9 |
| IV-3-Les caractères généraux des bactéries du yaourt..... | 10 |

II-Matériel et méthodes

| | |
|---|----|
| II-1-Matériel..... | 11 |
| II-1-1-Levain | 11 |
| II-1-2-Le lait..... | 11 |
| II-1-3-L'emballage..... | 11 |
| II-1-4-Matériel humain | 11 |
| II-1-5-Milieus de culture | 11 |
| II-1-6-Produits chimiques..... | 11 |
| II-2-Méthodes..... | 11 |
| II-2-1-Les différentes étapes de la fabrication du yaourt brassé..... | 11 |
| a-Préparation du ferment | 11 |
| b-Préparation du lait..... | 12 |
| c-Pasteurisation | 12 |
| d-L'ensemencement..... | 12 |
| e-L'étuvage | 12 |
| f-Le brassage | 12 |
| g-Le conditionnement..... | 12 |
| h-Refroidissement..... | 12 |
| II-2-2-Analyse physico-chimique..... | 14 |

| | |
|---|-----------|
| a-Détermination de l'acidité Dormic..... | 14 |
| b-Mesure de pH..... | 14 |
| c-Détermination de la matière sèche..... | 14 |
| d-Détermination de la matière minérale..... | 14 |
| e-Détermination de la matière organique..... | 14 |
| II-2-3-Examen microscopique et analyse microbiologiques..... | 15 |
| II-2-3-1-Examen microscopique..... | 15 |
| II-2-3-2-Analyses microbiologiques..... | 15 |
| a-Choix de la méthode..... | 15 |
| b-Prélèvement..... | 15 |
| c-Recherche et dénombrement des coliformes totaux..... | 15 |
| d-Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants..... | 15 |
| e-Recherche et dénombrement des staphylocoques..... | 15 |
| f-Recherche de salmonella..... | 15 |
| g-Recherche des levures et moisissures..... | 16 |
| h-Recherche et dénombrement des entérobactéries..... | 16 |
| II-2-4-Test de dégustation..... | 16 |
| II-2-5-Traitement statistique..... | 16 |
| III-Résultats et discussion..... | 17 |
| Conclusion générale..... | 33 |

ANNEXES

ANNEXE I : Milieux de cultures

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

ANNEXE III

III-1) Test de FRIEDEMANN

III-2) Dispositif Monofactoriel en bloc

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau I : caractères généraux des bactéries du yaourt | 10 |
| Tableau II : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la fabrication du yaourt Brassé..... | 18 |
| Tableau III : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt Brassé..... | 19 |
| Tableau IV : Evolution de la matière sèche, matière minérale et la matière organique au cours de la conservation | 22 |
| Tableau V : Résultats de l'examen microscopique de la flore du yaourt brassé au cours de la conservation | 25 |
| Tableau IV : Résultats de l'analyse microbiologique du yaourt brassé au cours de la Conservation..... | 26 |
| Tableau VII : Résultats de l'analyse sensorielle du yaourt brassé au cours de la Conservation..... | 29 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Diagramme de fabrication des yaourts | 3 |
| Figure 2 : métabolisme du lactose | 5 |
| Figure 3 :Schéma du processus de fabrication du yaourt brassé avec les différentes doses des ferments au niveau de laboratoire | 13 |
| Figure 4 : Evolution de l'acidité au cours de la fabrication du yaourt brassé | 18 |
| Figure 5 : Evolution du pH au cours de la fabrication du yaourt brassé | 18 |
| Figure 6 : Evolution de l'acidité au cours de la conservation du yaourt brassé | 20 |
| Figure 7 : Evolution du pH au cours de la conservation du yaourt brassé | 20 |
| Figure 8 : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation du yaourt brassé | 23 |
| Figure 9 : Evolution de la matière minérale au cours de la conservation du yaourt Brassé | 23 |
| Figure 10 : Evolution de la matière organique au cours de la conservation du yaourt Brassé | 24 |
| Figure 11 : Evolution de l'odeur au cours de la conservation du yaourt brassé | 30 |
| Figure 12 : Evolution de la couleur au cours de la conservation du yaourt brassé | 30 |
| Figure 13 : Evolution de l'apparence au cours de la conservation du yaourt brassé | 31 |
| Figure 14 : Evolution de la texture au cours de la conservation du yaourt brassé | 31 |
| Figure 15 : Evolution de goût au cours de la conservation du yaourt brassé | 32 |

Liste des abréviations

Abs : absence

C° : degré celsius.

D° : degré d'arabic.

EMP : emden-megerhof-parnas.

g : gramme.

H : heure

J : jour

Lb : Lactobacillus

ml : millilitre

min : minute

MM : Matière minérale

MO : Matière organique

MS : Matière sèche

NS : effet non significatif

pH : potentiel hydrogène

PEP : phospho-enolpyruvate

PTS : phospho-transférase système

St : Streptococcus

UI : unité internationale

Y1 : yaourt 2%

Y2 : yaourt 3%

Y3 : yaourt 4%

% : pour-cent

(*) : effet significatif

(**) : effet hautement significatif

AFNOR : Association française de normalisation.

Introduction

La plupart des aliments fermentés font intervenir des bactéries lactiques soit en tant qu'agent principal de la fermentation, soit en tant qu'agent secondaire. Les ferments lactiques commerciaux intervenant dans l'élaboration du yaourt sont nombreux, dont plusieurs études visant l'amélioration de la qualité du produit fini en se basant sur ces starters ont été menées.

Actuellement, les industries laitières veillent à l'amélioration de la qualité de leurs produits, en donnant plus d'importance à la qualité des deux matières premières à savoir le lait et les ferments, toutefois, elles veillent sur la qualité sanitaire, outre celle organoléptiques de ces produits afin de satisfaire la clientèle.

C'est dans cette optique, que nous nous sommes proposés de mener notre étude sur l'effet de trois doses d'un levain thermophile sur la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle d'un yaourt brassé, dans un premier temps, on va faire le point de connaissance sur le yaourt, sa biochimie, sa microbiologie, et les bactéries lactique du yaourt cela constituera notre partie bibliographique, une deuxième partie sera consacré pour l'étude expérimentale dont plusieurs paramètres physico-chimiques microbiologiques et gustatives seront évalués au cours de la fabrication et de l'entreposage du yaourt brassé.



I-ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE



I-1-Définition :

Selon la F.A.O./O.M.S (1977), le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique acide due à *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* du lait pasteurisé ou concentré avec ou sans addition (de lait en poudre, ..). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.

I-2-Classification : Il existe plusieurs types de yaourt :

-Les yaourts dits traditionnels ou fermes ou étuvés, dont la fermentation à lieu en pots, ce sont généralement des yaourts naturels et aromatisés (Luquet, 1990).

-Les yaourts à caillé brassé ou yaourts brassés plus liquides dont la fermentation à lieu en cuivre avant le conditionnement.

Ce sont généralement des yaourts veloutés nature ou à la pulpe de fruits ou yaourts avec morceaux de fruit (Luquet, 1990)

-Yaourt à boire, boisson au yaourt dilué, yaourts congelés.

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

- Yaourt maigre : contenant un maximum 1% de matière grasse.
- Yaourt partiellement écrémé, contenant entre 1 et 3% de matière grasse.
- Yaourt entier : contenant au minimum 3% de matière grasse (Guyot, 1992).

I-3-Technologie de fabrication :

I-3-1-Préparation du lait : Le lait est tout d'abord enrichi en matière sèche de façon à atteindre une valeur finale de 14 à 16%. La technique généralement utilisée consiste à ajouter du lait sec, mais on a par fois recours à une concentration directe par évaporation, le lait est ensuite homogénéisé pour éviter la remontée de la matière grasse pendant la fermentation (Bourgeois et Larpent, 1996).

Le lait enrichi va subir ensuite un traitement thermique à 90-95°C (Luquet, 1990)

I-3-2-L'ensemencement : Selon Luquet (1990), c'est l'inoculation de deux germes spécifiques du Yaourt dans le rapport streptococcus / Lactobacillus 1,2 à 2/1 pour le Yaourt nature jusqu'à 10/1 pour les yaourts aux fruits.

I-3-3-Fermentation : Selon Bourgeois et Larpent (1996), pour le Yaourt brassé, le lait est maintenu dans une tank à une température entre 42°C et 45°C, pendant 2 à 3h. Lorsque l'acidité atteint un certain seuil (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 il faut refroidir à 2 - 4°C.

I-3-4-Brassage: Dans le cas de Yaourt brassé, avant le refroidissement on procède au brassage du caillé, ce dernier va conférer au produit son onctuosité (Luquet, 1990) puis conditionné dans des pots.

I-3-5-Conservation: Le Yaourt est conservé au froid à une température ne devant pas dépasser 8°C, pendant 24 jours au plus (Bourgeois et Larpent, 1996) .

I-4-Réglementation : D'après Luquet (1990), le Yaourt doit contenir exclusivement les bactéries spécifiques : *Lactobacillus Bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, ces ferments doivent être vivants et présents en grande quantité dans le produit (10⁸ million de germes vivants par gramme du produit) tout post-thermisation visant à

prolonger la durée de vie du Yaourt est interdite de même l'ajout de protéines de lait est interdite.

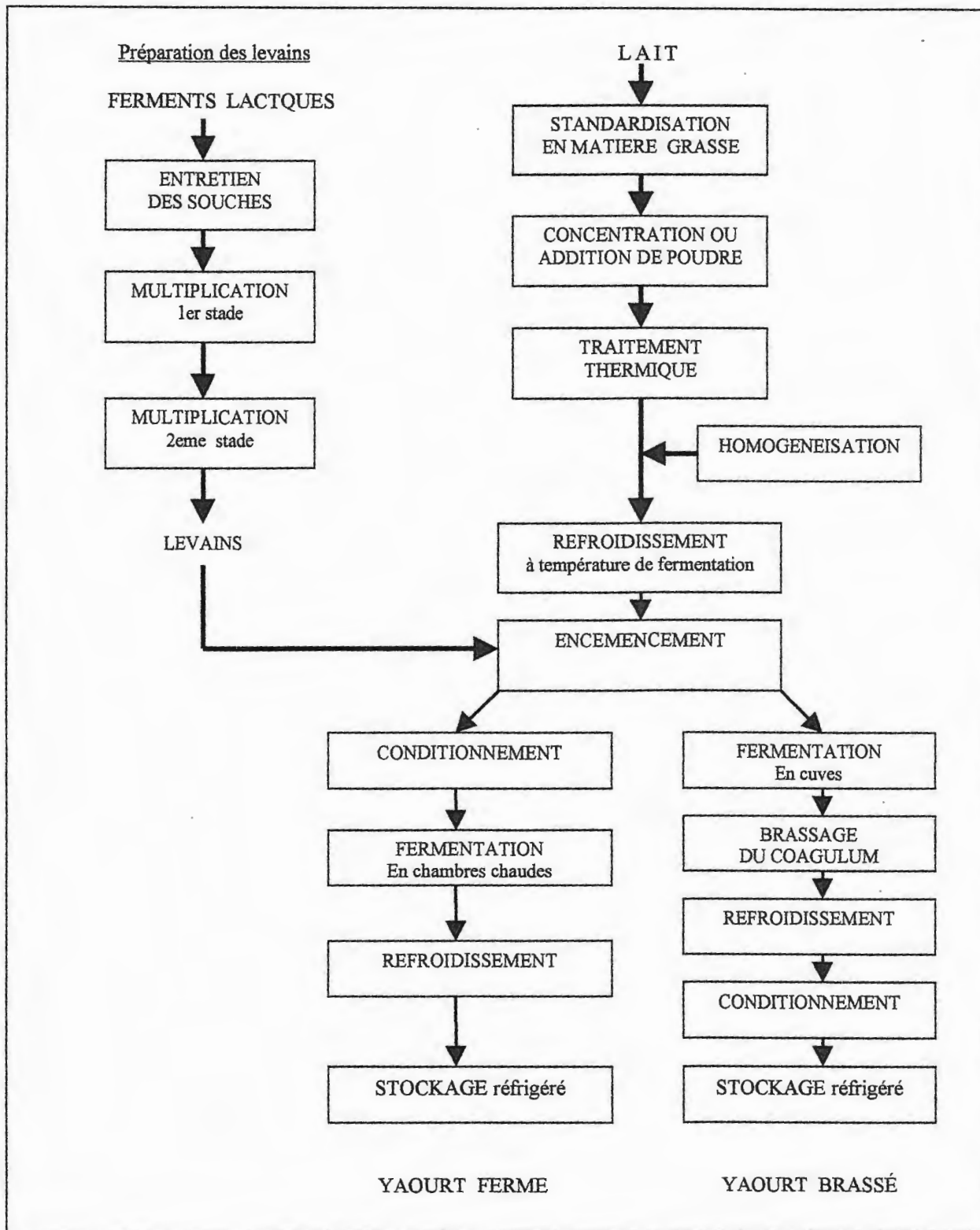


Figure 1 : Diagramme fabrication des yaourts.
Luquet, 1990

1-5-Accidents de fabrication : Selon **Luquet (1990)**, les principaux défauts rencontrés chez les yaourts sont :

1-5-1-Défauts de goût : on distingue beaucoup de sortes de défauts de yaourt :

- L'amerture est due à une longue conservation, acidité, protéolyse trop forte de ferment.
- Goût levuré relatif à la contamination par des levures.
- Absence d'arôme : c'est la conséquence d'une mauvaise acidité des levains (déséquilibre de la flore : trop de streptococcus thermophilus, incubation trop courte ou à très basse température) et à la matière sèche trop faible.
- Trops acide liée à une mauvaise conduite de la fermentation (taux d'ensemencement trop forte, incubation trop longue ou à température trop élevée.
- Poudrage trop poussé entraîne un goût farineux.
- Un traitement thermique trop sévère entraîne un goût de cuit.

1-5-2-Défauts d'apparence

- La synérese est due à une suracidification ou postacidification (mauvaise conduite de la fermentation, température trop élevée pendant le stockage conservation trop longue, utilisation de pompe centrifuge, agitation trop poussé et admission exagérée d'air (pour les yaourts brassés).
- La production du gaz est liée à une contamination par des levures ou coliformes.
- La couche de crème résulte d'une mauvaise ou absence d'homogénéisation.

1-5-3-Défauts de texture

- Trop liquide (pour le yaourt brassé) due à un brassage trop violent, mauvaise incubation (temp faible), matière sèche trop faible et à l'utilisation de mauvais ferments.
- Texture sableuse est la conséquence d'un chauffage du lait trop important, homogénéisation à température trop élevée, poudrage trop fort, mauvais brassage, acidification irrégulière et trop faible.

II-1-La biochimie du yaourt : La modification la plus importante apparaît le long de la fermentation du yaourt et continue après le refroidissement. L'existence des bactéries vivantes entraîne des modifications à savoir la production d'acide lactique, protéolyse et production d'acétaldéhyde (Ramesh et chandan., 1989).

II-1-1-Transformation de carbohydrates :

a-Catabolisme de lactose : Le lactose utilisé par les deux bactéries du yaourt après pénétration à travers la membrane cellulaire et dégradée en glucose et galactose le glucose se transforme en acide pyruvique puis en acide lactique par la voie E.M.P (glycolyse homofermentation), (Ramesh, chandan., 1989), Le galactose est métabolisé par les voies de leloir et du tagatose 6 phosphate (THOMAS et al.,1980 in Leveau et al.,1993).

b-Production d'acide lactique : Lactobacillus bulgaricus produit généralement l'acide lactique D(-) et streptococcus thermophilus produit la forme L(+).
-La quantité de L(+) disponible dans le yaourt varie entre 50 à 70% et elle dépende du rapport streptococcus/lactobacillus (Kumath et Kandler.,1980 in Ramesh et chandan.,1989).

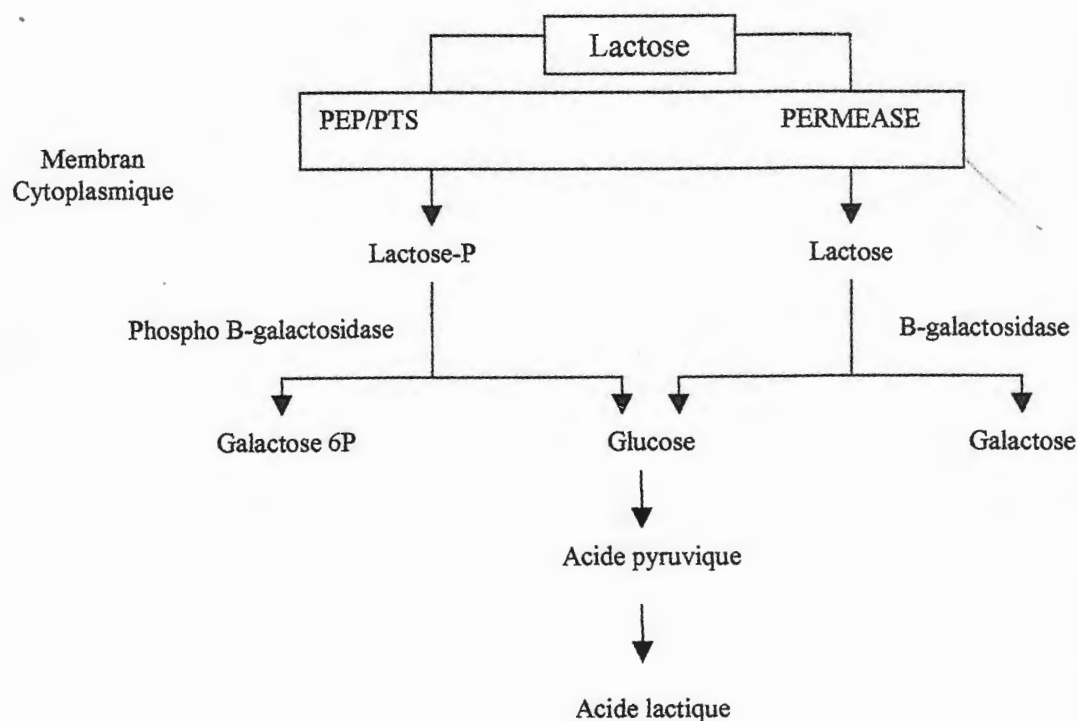


Figure 2 : Métabolisme de lactose (Ramesh et chandan.,1989)

II-1-2-Métabolisme des protéines : Les bactéries lactiques sont exigeantes sur le plan nutritionnel, la présence des acides aminés dans le milieu est indispensable (Thomas mills, 1981 in Ramesh et chandan.,1982) streptococcus thermophilus a une activité protéinase limitée au contraire lactobacillus bulgaricus à une activité protéinase importante conduisant à la libération de peptides et des acides aminées dans le milieu. Ces derniers seront utilisés par Streptococcus thermophilus (Chandan et al., 1982 in Ramesh et chandan.,1989) la protéolyse continue pendant la conservation du yaourt (Moustaid, 1987 in Ramesh et chandan.,1989).

II-1-3-Métabolisme des lipides : Lactobacillus bulgaricus à une activité lipolytique assez importante (Chandan, 1982 ; EL Soda et al.,1984 in Ramesh et chandan.,1989). Streptococcus thermophilus possède aussi une activité lipolytique élevée pour tributyrines par rapport aux lipides naturels (Demoraes et chandan.,1982 in Ramesh et chandan.,1989).

II-1-4-Les Vitamines : au long de la fermentation du yaourt, certaines vitamines de groupe B sont consommées par les bactéries lactiques (B₁₂ et acide pantothénique) d'autres sont synthétisées (acide folique), streptococcus thermophilus et lactobacillus bulgaricus exigent l'acide pantoténique et la riboflavine pour la croissance (Desmazeaud, 1983 in Ramesh et chandan.,1989), selon Friend et al.,1983 in Ramesh et chandan.,1989, lactobacillus bulgaricus consomme l'acide folique tandis que streptococcus thermophilus le synthétise.

II-1-5-Acide organique : Pour les acides organiques, quelques modifications sont produites pendant la fermentation du yaourt. Si l'acide citrique n'est pas hydrolysé par les deux bactéries (Tinson et al.,1982 in Ramesh et chandan.,1989), quelques acides sont nécessaires pour leur croissance (Chandan et al., 1977 ; Hatanaka et Kaneda., 1986 in Ramesh et chandan.,1989).

II-1-6-Production d'acétaldéhyde : Les principaux composants responsables de la saveur du yaourt sont : diacétyle, acétone, acétaldéhyde, ce dernier est considéré comme l'arôme majeur du yaourt (Marshall, 1982 in Ramesh et chandan.,1989), les précurseurs de l'acétaldéhyde peuvent être le pyruvate et l'acetyl-COA (Lees et Jago., 1976 in Leveau et al.,1993), chez Lb Bulgaricus et St thermophilus, une quantité importante de ce composé dérive de la thréonine qui peut être directement clivée en glycine et acétaldéhyde par une thréonine aldolase (witkins et al., 1986, Ray et al., 1986 in Leveau et al.,1993).

II-1-7-Production de polysaccharides : Pour la fabrication du yaourt brassé, on constate un épaissement du lait, les souches augmentent donc la viscosité ou l'onctuosité du produit en améliorant sa texture. Selon les souches les concentrations produites assez faibles, varient de 500 à 400 mg / litre de lait, le galactose est le monomère majeur. Alors que le glucose et le rhamnose sont présents en plus petites quantités chez Lb. Bulgaricus ou le glucose, Xylose, Arabinose et Rhamnose chez St. Thermophilus (Hermier et al.,1992).

II-2-La microbiologie du yaourt: Au cours de la fermentation du yaourt, la multiplication des bactéries après 13 jours à 6°C il reste au moins 10^7 germes par ml, la proportion entre *St thermophilus* et *Lb bulgaricus* est très variable mais en général elle est de 60/40 (**Ramesh et Chandan., 1989**).

Le traitement thermique du lait avant fabrication étant suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non, la présence de ces germes dans le yaourt ne peut être qu'accidentelle mais il est à noter qu'un yaourt à un pH inférieur ou égal à 4,0 est un milieu hostile pour les bactéries pathogènes comme pour la plupart des autres bactéries indésirables (**Bourgeois et Larpent., 1996**), les bactéries lactiques ont un rôle fondamental dans l'inhibition des flores non lactiques des produits laitiers (**Desmazeaud, 1991 in Hermier et al., 1992**). Une bonne acidification lactique entraîne une inhibition de la croissance de *Escherichia coli*, des *Pseudomonas*, des *Salmonella* et des *Clostridia* (**Hermier et al., 1992**).

L'effet le plus documenté porte sur l'inhibition d'un certain nombre de bactéries dont des pathogènes par la production d'antibiotiques (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, actifs in-vitro contre des bactéries Gram-positives (*Bacillus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*) ou Gram-négatives (*Pseudomonas*, *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Proteus Serratia*, *Vibrio*)), (**Nahaisi, 1986 in Leveau et al., 1993**).

Les levures et les moisissures sont capables de se développer dans le yaourt, ces dernières ne sont pas gênées par l'acidité et disposent avec le Saccharose et le Lactose résiduels d'une source abondante d'énergie. Ces moisissures peuvent former une couche de mycélium à la surface du yaourt quand l'emballage reste immobile pendant un certain temps, alors que les levures peuvent se développer à la surface ou dans la masse (**Bourgeois et Larpent., 1996**).

III-1-Définition et rôle :

Les levains lactiques sont des cultures pures en proportions définies des différents bactéries lactiques, qui en se multipliant dans le lait et dans les fromages assurement deux fonctions essentielles, abaisser le pH du milieu en transformant le lactose en acide lactique contribuer aux caractères organoleptiques des produits (Lavoisier, 1987).
(Eckert)

III-2-Principaux levains et leur composition : selon Lavoisier (1987), trois types de levains sont utilisés commercialement :
(Eckert)

III-2-1-Les levains de culture pure : constitués d'une souche de bactéries lactiques (Streptocoques mésophiles ou thermophiles, lactobacilles, thermophiles).

III-2-2-Les levains mixtes : constitués de mélanges de souches sélectionnées, les levains mixtes mésophiles, par exemple sont généralement composés des souches acidifiantes. L'utilisation de ces levains pose le problème de la compatibilité des souches.

III-2-3-Les levains naturels : communément utilisés en Europe constitués par des mélanges dont la composition exacte est indéterminée, sont le plus souvent composées de plusieurs Lactobacilles et de Streptocoques.

III-3-Conservation de levains : 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 42°C pendant 3 à 4 h, est conservé a 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 et le lactose.
- **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).

III-4-production de levains : Le mode classique de production de levains met en œuvre une série de cultures successives avec augmentation progressive du volume de la culture, jusqu'à obtenir le levain proprement dit (Bourgeois et Larpent, 1996), la préparation de ces cultures comprend une série de repiquage par division ou par multiplication (Lavoisier, 1987), dans les ateliers modernes, les cuves à levain sont maintenant protégées de contaminations ambiantes, germes indésirables et bactériophage, par des filtres stérilisants l'air. Les préparations 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 levains dans l'usine (Bourgeois et Larpent, 1996).



IV-1-Présentation des bactéries lactiques : D'après **Surta et al (1998)**, on appelle bactéries lactiques des micro-organismes assez hétérogènes sur les plans morphologique et physiologique, se caractérisent par une production des quantités importantes d'acide lactique résultant de leur métabolisme des hydrates de carbone (fermentation lactique). Les principaux genres des bactéries lactiques sont : *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*. La plus part des bactéries lactiques participent à l'élaboration de nombreux produits alimentaires fermentés, pour les quels elles jouent plusieurs rôles relatifs aux caractéristiques organoléptiques, nutritionnelles et sanitaires de l'aliment.

Ce sont des bactéries à gram positif, immobiles, asporulées catalase et oxydase négative, nitrate réductase négative anaérobies ou aérotoles, uniquement capables de fermenter en aérobie comme en anaérobie.

-Selon le type de fermentation préférentiellement utilisé les bactéries sont dites :

- Homofermentaires : l'acide lactique est le seul produit de la fermentation du glucose.
- Hétérofermentaires : la fermentation du glucose aboutit à formation d'acide lactique et d'autres composés éthanol, CO₂ et autres acides organiques.

IV-2-Les bactéries du yaourt : L'originalité du yaourt réside dans l'utilisation d'un couple de bactéries lactiques thermophiles : *Lactobacillus delbruekii subsp bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*.

IV-2-1-Lactobacillus delbruekii subsp bulgaricus : La classification ramenée par **kandler et weiss (1992)** inclut *Lactobacillus delbruekii subsp bulgaricus* dans le groupe I de la subdivision du genre *Lactobacillus* (**Surta et al.,1998**).

Ces bactéries ont un métabolisme strictement homofermentaire elles se développent à 45°C mais pas à 15°C. La croissance de ces bactéries est bonne dans un milieu à pH 4,5 – 6,4 mais s'arrête à pH 4,0 – 3,6 (**Bourgeois et Larpent., 1996**).

Leur morphologies plus variées, les cellules sont des bâtonnets plus ou moins allongés, groupés en paires ou en chaînettes (**Hermier et al., 1992**).

IV-2-2-Streptococcus salivarius subsp thermophilus : Les *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* sont des bactéries homofermentaires produisent l'acide lactique catalase négative (**Schleifer et al., 1986 in Bourgeois et Larpent.,1996**). Elle se distingue essentiellement des autres streptocoques lactiques par sa croissance thermophile, avec un optimum autour de 42 – 43°C, sa thermorésistance à 60°C pendant 30 minutes (**Garvis,1984 in Leveau et al.,1993**), une activité fermentaire le plus souvent réduite à quelques sucres et une forte sensibilité au NaCl (**Hardie, 1986 in Leveau et al.,1993**).

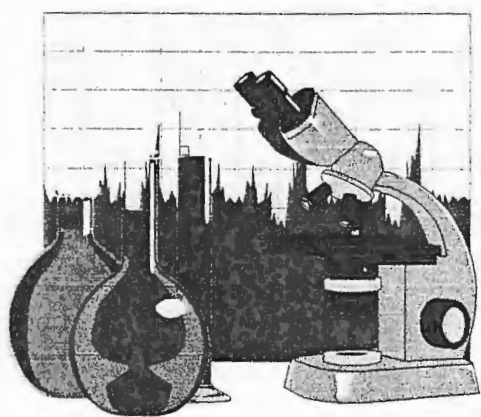
La division cellulaire donne des sphères ovoïdes groupées en paires ou en chaînettes dans un seul plan (**Hermier et al.,1992**).

Tableau I : Les caractères généraux des bactéries du yaourt
(D'après de Roissart, 1986 in Hermier et al., 1992)

| Les caractères | Lactobacillus bulgarius | St.thermophilus |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| -Mode de fermentation | Homofermentaire | Homofermentaire |
| Culture à : | | |
| 10°C | | - |
| 15°C | - | |
| 40°C | + | + |
| 45°C | + | + |
| -Résistance 60°C/30 min | - | + |
| -Croissance en présence de NaCl : | | |
| 2,0% | - | - |
| 4,0% | - | - |
| 6,5% | - | - |
| -Hydrolyse de l'arginine | - | - |
| -Sucre fermentée : | | |
| Glucose | + | + |
| Galactose | + | - |
| Lactose | + | + |
| Saccharose | - | + |
| Maltose | - | ± |
| Pentose | - | ± |
| Manitol | - | - |
| -CG% | 50% | 40% |
| -Isomère acide lactique | D(-) | L(+) |
| Mobilité | - | - |

+ : résultat positif
 - : résultat négatif
 C : Cytosine
 G : Guanine

II-Matériel et Méthodes



II-Matériel et méthodes :**II-1-Matériel :**

II-1-1-Levain : on a utilisé un levain DVS lyophilisé (Yc -X11) importé de France composé de : Streptococcus salivarius subsp thermophilus et Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus.

II-1-2-Le lait : on a utilisé le lait entier en poudre regilait dont la composition moyenne pour 100 g mentionnée sur l'emballage est la suivante :

- Protéine : 26%
- Glucides : 38 g
- Lipides : 26,2 g
- Humidité : 3% Maximum
- Lecithine : 0,2%
- Minéraux : 6 g Maximum
- Vitamine A 1500 UI, vitamine D 150 UI.

II-1-3-L'emballage : Au cours de notre étude on a utilisé trois récipients en plastique stérile d'un volume de deux litres et des pots en plastique d'un volume de 200 ml.

II-2-4-Matériel humain : Pour réaliser le test de dégustation on a fait appel à 8 personnes (Etudiants et Techniciens de l'institut de biologie).

II-1-5-Milieus de culture : pour accomplir notre analyse microbiologique on a utilisé :

- Gélose O.G.A (Gélose à l'oxytétracycline) pour rechercher les levures et moisissures.
- Gélose VRBL (pour les coliformes totaux et coliformes thermotolérants).
- Gélose VRBG pour les enterobactéries.
- Gélose Chapman pour la recherche des staphylocoques.
- L'eau peptonée tomponnée pour la recherche de salmonella.
-

II-1-6-Produits chimiques : On a utilisé de la phénol phtaleine, la soude dornic (N/9), Fuschine, le violet de gentiane et le Lugol .

II-2-Méthodes :

II-2-1-Les différentes étapes de la fabrication du yaourt brassé : La fabrication du yaourt brassé passe par les étapes suivantes :

a -préparation du ferment : Pour préparer les ferments, on a utilisé 30g de lait entier déshydraté et 20g de sucre , dilués dans 200 ml d'eau, le tout est pasteurisé à 90°C pendant 15 minutes. Ce lait sucré estensemencé par le levain lyophilisé, l'homogénéisation se fait grâce à une agitation pendant quelques minutes, l'incubation se fait à 45°C jusqu'à l'obtention d'un coagulum bien ferme.

b-Préparation du lait : six litres de lait sucré ont été utilisés pour la fabrication du yaourt brassé. Pour la préparation, on reconstitue le lait à raison de 150 g/l, on ajoute 10% de sucre puis on homogénéise jusqu'à la dissolution complète du mélange.

c-Pasteurisation : le lait préparé va subir un traitement thermique à 90°C pendant 15 minutes ensuite on le fait refroidir à 45°C ^{42°C} jusqu'à l'ébullition.

d-Ensemencement : l'ensemencement est une dissémination des ferments dans le lait pour développer certaines fermentations spécifiques (Luquet, 1990). On a ensemencé notre matière première en tenant compte de la température du lait (45°C) et des doses de ferments de 2%, 3%, 4%, puis on ajoute quelque goutte d'arôme à chaque récipient avec une agitation pour assurer une répartition régulière des ferments dans le lait.

e-Etuvage : après l'ensemencement on incube le produit à 45°C. A chaque heure de l'incubation, l'acidité et le pH sont contrôlés/quant le yaourt atteint une acidité de 90-120°D, les récipients sont retirés.

→ * Après 18h l'Ac. du yaourt atteint une 116°D, les récipients sont retirés.

f-Le brassage : directement après la maturation on fait le brassage du yaourt jusqu'à l'obtention d'un yaourt assez filant ou onctueux.

g-Conditionnement : on a conditionné le yaourt brassé dans des pots stériles chaque pot contient 200 ml du yaourt, avec une fermeture hermétique.

→ **h-Refroidissement :** après le conditionnement, les pots sont immédiatement transférés dans le réfrigérateur ayant une température de 4-6°C afin de stopper la fermentation. C'est à ce niveau que nous avons effectué nos prélèvements pour faire nos analyses (physico-chimiques, microbiologiques et gustatives).

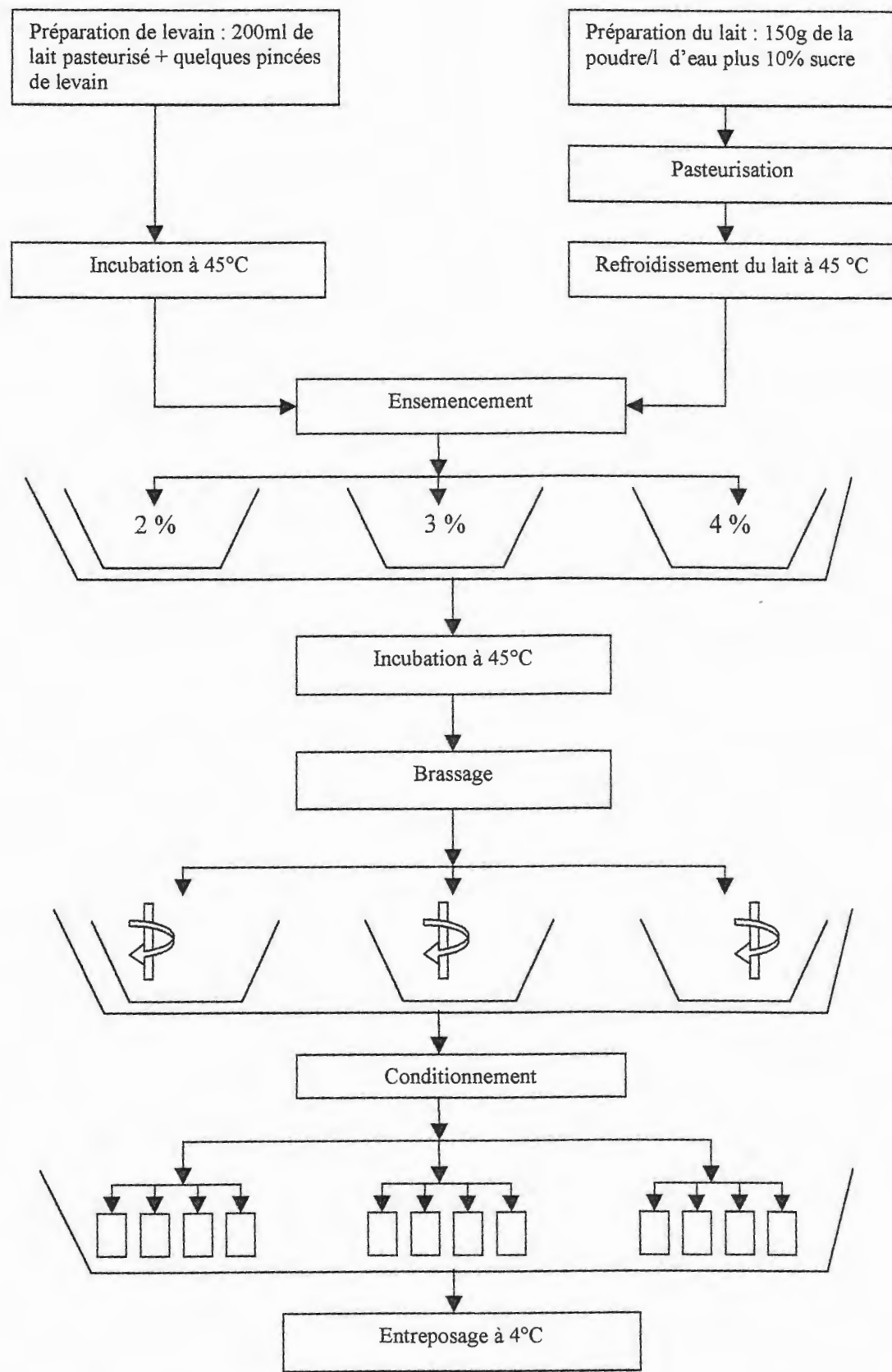


Figure N°3 : Schéma du processus de fabrication du yaourt brassé avec les différentes doses de ferment au niveau du laboratoire

II-2-2-Analyses physico-chimiques : Les analyses réalisées lors de notre étude ont été effectuées selon les méthodes normalisées (AFNOR).

a-Détermination de l'acidité dornic :

- **Mode opératoire :** l'acidité est déterminée par titration d'un échantillon de 10 ml de yaourt plus 5 gouttes de phénol phtaleine à l'aide de la soude dornic (N/9) jusqu'au virage au rose pâle.
- **Interprétation des résultats :**
Acidité en degré Dornic = $V_{\text{NaOH}} \times 10$
V = volume de NaOH (N/9) utilisé pour titrer les 10 ml du yaourt.

b-Mesure du pH : pour la mesure du pH, nous avons utilisé un pH mètre de marque Bioblock scientifique 93517 dont la lecture est directe.

c-Détermination de la matière sèche :

- **mode opératoire :** la matière sèche est déterminée par pesées avant et après ~~étuvage~~ de 10 ml du yaourt à 120°C pendant 2 à 4 heures jusqu'à ce que la différence entre les deux pesées soit négligeable.
- **Interprétation des résultats :** le pourcentage de la matière sèche de l'échantillon est donné par la formule suivante :

$$\text{MS}\% = \frac{X}{Y} \cdot 100$$

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

d-Détermination de la matière minérale :

- **Mode opératoire :** La matière minérale est déterminée par pesées avant et après évaporation de 10 ml du yaourt à 500°C pendant 4-5 heures.
- **Interprétation des résultats :** Le pourcentage de la matière minérale est donné par la relation suivante :

$$\text{MM}\% = \frac{X}{Y} \cdot 100$$

X : poids de l'échantillon (g) après évaporation.
Y : poids de l'échantillon (g) avant évaporation.

e-Détermination de la matière organique : On obtient le pourcentage de la matière organique à partir de la matière sèche et la matière minérale, elle est donnée par la relation suivante :

$$\text{MO}\% = (\text{MS} - \text{MM}) \%$$

II-2-3-Examen microscopique et analyses microbiologiques :

II-2-3-1-Examen microscopique : Cet examen apporte de précieuses indications sur l'évolution du nombre des deux ferments au cours de la fermentation et de l'entreposage du yaourt.

On a coloré par la méthode de Gram en respectant les temps de coloration suivants :

- Violet de gentiane : 30 à 40 secondes
- Lugol : 1 à 2 minutes
- Fuschine : recoloration légère.

Par la suite, on a passé à l'observation microscopique à l'immersion. Reste à noter que la flore normale du yaourt, est la flore lactique : *Lb. Bulgaricus* et *St. thermophilus*.

II-2-3-2-Analyse microbiologique :

a-Choix de la méthode : La méthode utilisée est le dénombrement en milieu solide.

-Les bactéries de l'inoculum sont introduites dans la masse d'un milieu gélosé, chaque bactérie vivante donnera donc une colonie visible après étuvage, le nombre total des colonies sera égal au nombre total des bactéries présentes dans l'inoculum.

b-Prélèvement : Le prélèvement est effectué 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-Recherches et dénombrement des flores :

c₁-Recherche et dénombrement des coliformes totaux : On introduit au fond de chaque boîte de pétri 1 ml de chaque dilution, puis on verse 12 ml du milieu VRBL en surfusion, on mélange et on laisse prendre en masse l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

-Toutes les colonies rouges (Lactose +), d'un diamètre d'environ 0,5 mm sont considérées comme étant des coliformes (**Joffin et al.,1999**).

c₂-Recherche et dénombrement des coliformes thermotolerants : On a utilisé la même technique et le même milieu que ceux du dénombrement des coliformes totaux mais l'incubation se fait à 44°C/ 24 heures.

c₃-Recherche et dénombrement des staphylocoques : La recherche des staphylocoques se fait par étalement d'un ml de chaque dilution sur le milieu de chapman l'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures et le dénombrement des colonies lenticulaires s'effectue dans des boîtes de pétri contenant entre 30 à 300 colonies.

c₄-Recherche de salmonella : Les salmonella sont des bactéries pathogènes provoquant des gastro-entérites, leur recherche et leur identification permettent donc de montrer le danger possible d'un produit . Le nombre de salmonella étant en générale faible dans le produit il est nécessaire de procéder à un préenrichissement et à un enrichissement sélectif (**Joffin et al.,1999**).

Préenrichissement : la prise d'essai du yaourt (5 ml) est placée dans 45 ml d'eau peptonée tomponnée (non sélectif), l'incubation est faite à 37°C pendant 16 à 20 heures.

c₅-Recherche des levures et moisissures : Pour la recherche des levures et moisissures on a utilisé le milieu gélosé au tetracycline (O.G.A). L'ensemencement est réalisé en surface et l'incubation se fait à 20°C / 3 à 5 jours.

Les levures : aspect souvent identique aux colonies bactériennes elles peuvent avoir des bords régulières ou irréguliers, des formes convexes ou plates. Elle sont pigmentées et souvent opaque.

Les moisissures : colonies toujours pigmentées à l'aspect velouté plus ou moins proéminents. (Petrasxienie et Lapied.,1981).

c₆-Recherche et dénombrement des entérobactéries : Le même principe décrit pour la recherche des coliformes totaux a été appliqué pour la recherche et le dénombrement des entérobactéries, mais on a utilisé le milieu gélosé glucosé biliée au cristal violet et rouge neutre (VRBG), (Joffin et al.,1999). La recherche de cette flore a été appliquée au cours de la dernière semaine de l'entreposage du produit à cause du manque du milieu VRBL. Les colonies violettes avec un aspect gluant ont été comptées.

II-2-4-Test de dégustation : Le test qu'on a fait, suit les épreuves de notation, il s'agit de présenter aux dégustateurs les différents pots de yaourt brassé. Les sujets ne sont pas informés sur l'état des yaourts brassés, les sujets sont informés du but et de la manière dont on manipule et il leur est demandé de donner leurs appréciations suivantes : couleur, odeur, apparence, texture et goût. Il faut rincer la bouche à chaque fois.

II-2-3-Traitement statistique : Nos résultats ont fait l'objet d'une analyse de variance, on utilisant le dispositif à une voie de classification : monofactoriel en randomisation totale (test de FISHER-SNEDECOR). Par ailleurs pour déceler la différence entre la qualité sensorielle des différents yaourt brassés, on a utilisé le test de FREIDMAN au seuil de 5% et 1%.

III-Résultats et discussion



III-1-Paramètres physico-chimiques :

III-1-1-Evolution de l'acidité lactique et du pH cours de la fabrication :

-L'énergie exigée pour la croissance de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* est apportée par la fermentation du lactose du lait en acide lactique. Ce dernier est très important car c'est un facteur de coagulation de la caseine du lait.

-Nos résultats représentés dans le tableau II et illustrés par la figure 4 montrent que l'acidité du yaourt contenant 4% du levain augmente considérablement au cours de l'incubation suivie de celle du yaourt à 3%.

L'évolution de l'acidité apparaît dès la 4^{ème} heure pour atteindre l'acidité demandée 100°D au bout de 5 heures.

On peut remarquer également que les ferments sont très bons acidifiants même à faible dose (2%) dont le produit fini est obtenu en un temps très économique avec les doses 3% et 4% 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 apparaît que notre yaourt est conforme aux normes en matière d'acidité lactique (99°D à 102°D), d'après Greenberg et Mahoney, 1982 in Ramech et Chandan, 1989, la quantité d'acidité lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,8g / 100g lors de la vente au consommateur.

-Nos observations ont porté également sur la vitesse d'abaissement du pH, c'est ainsi qu'on a constaté que la vitesse d'abaissement du pH est en corrélation avec l'effet dose du levain, par exemple à la 4^{ème} heure, le pH du yaourt 2% égale à 3,99, pour le yaourt 3% il est de 3,94 et pour le yaourt 4% pH 3,90.

-Le plus souvent le pH est d'environ 4,2% (Vanassche, 1989) en se référant à ces données bibliographiques, notre produit est conforme aux normes sus-citées.

-Il apparaît clairement et toujours en se basant sur les résultats statistiques que la dose du levain et la durée d'incubation ont un effet significatif seuil de 5% et hautement significatif au seuil de 1% sur l'évolution de l'acidité et du pH au cours de sa fabrication.

Tableau II : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la fabrication du yaourt brassé

| Yaourt | | Yaourt 2% | Yaourt 3% | Yaourt 4% | SS |
|---------------------|----|----------------|---------------|-----------------|--------------|
| 0 h (Lait frais) | pH | 6,85 ± 00,00 | 6,85 ± 00,00 | 6,85 ± 00,00 | * à ** |
| | °D | 19,66 ± 00,01 | 19,66 ± 00,01 | 19,66 ± 00,01 | |
| 1 H | pH | 5,95 ± 00,005 | 5,91 ± 00,00 | 5,8 ± 00,00 | |
| | °D | 24,33 ± 00,005 | 23 ± 00,00 | 24 ± 00,00 | |
| 2 H | pH | 5,11 ± 00,01 | 4,90 ± 00,005 | 4,81 ± 00,01 | |
| | °D | 27,33 ± 00,005 | 26,66 ± 00,01 | 26 ± 00,00 | |
| 3 H | pH | 4,49 ± 00,01 | 4,44 ± 00,00 | 4,34 ± 00,00 | |
| | °D | 34 ± 00,00 | 38 ± 00,00 | 38 ± 00,00 | |
| 4 H | pH | 3,99 ± 00,005 | 3,94 ± 00,005 | 3,90 ± 00,005 | |
| | °D | 80,66 ± 00,01 | 90 ± 00,00 | 91 ± 00,00 | |
| 5 H | pH | 4,00 ± 00,05 | 3,71 ± 00,01 | 3,70 ± 00,005 | |
| | °D | 99 ± 00,00 | 99,66 ± 00,01 | 102,33 ± 00,005 | |
| SS | | * à ** | | | |

°D : Acidité en degrés Dornic.
 pH : potentiel hydrogène.
 SS : Signification statistique.

* : Significatif.
 ** : Hautement significatif

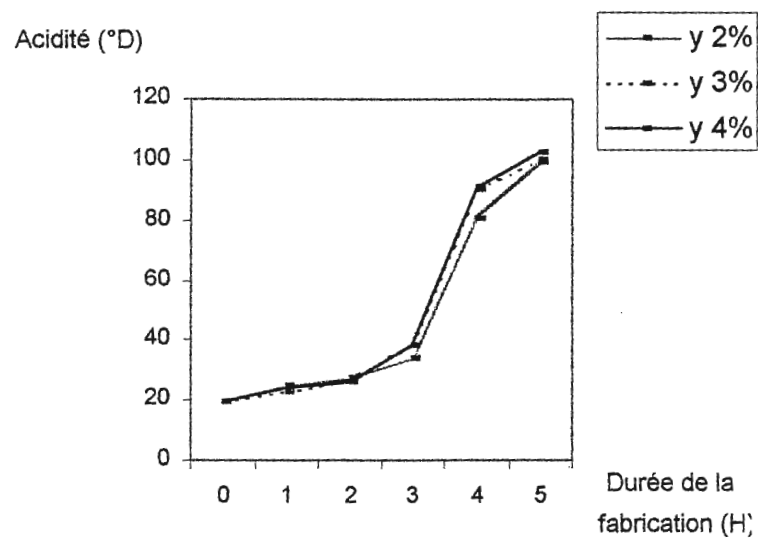


Figure 4 : Evolution de l'acidité au cours de la fabrication du yaourt brassé

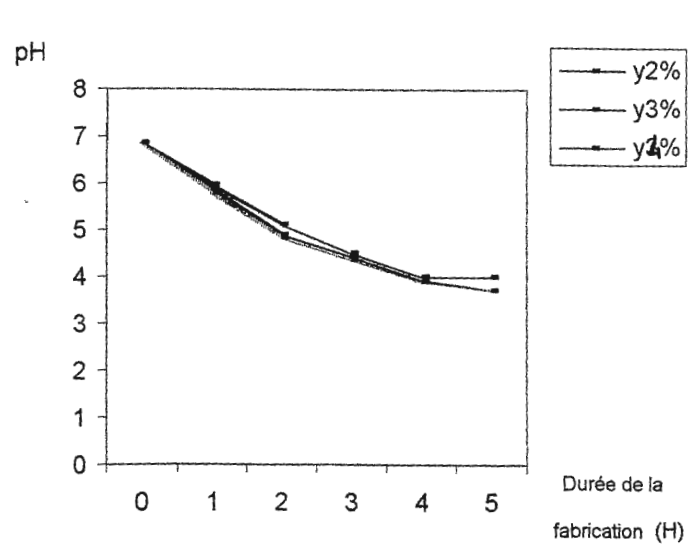


Figure 5 : Evolution du pH au cours de la fabrication du yaourt brassé

III-1-2-Evolution de L'acidité et de pH au cours de la conservation :

Les résultats de l'acidité et de pH obtenus au cours de la conservation du yaourt sont représenté dans le tableau III.

Au cours de la commercialisation, le yaourt est conservé au froid à une température ne devant pas dépasser 8°C pendant 24 jours au plus. Dans ces conditions, les bactéries du yaourt ne se multiplient pas mais conservent néanmoins une activité métabolique (Bourgeois et Larpent., 1996).

Selon nos résultats, il apparaît que l'acidité lactique augmente légèrement au cours de la conservation à 4°C jusqu'à l'obtention dans le 21^{ème} jours une acidité de 159,66°D pour le yaourt 4%, 146,66°D pour le yaourt 3% et 140,66°D pour le yaourt à 2% de levain, cette augmentation est relative à une activité métabolique des deux ferments dont l'effet combiné de l'acide lactique et du froid n'a pas entravé le complexe enzymatique de l'homofémentation mais il a ralenti le circuit métabolique.

Par ailleurs, pour le pH, on observe une faible diminution au cours de la conservation. Au 21^{ème} jour on a enregistré un pH 3,69 pour le yaourt 2%, 3,67 pour le yaourt 3% et pH 3,66 pour le yaourt à 4% de levain. Ces résultats restent conformes aux normes du yaourt brassé. Toutefois, ces résultats confirment l'effet du froid sur l'activité métabolique des ferments.

-Les résultats de l'analyse statistique montrent que la durée de conservation a un effet significatif sur l'évolution de l'acidité mais aucun effet n'a été enregistré à l'égard du pH, en revanche, il apparaît clairement que la dose du levain n'a aucun effet sur l'évolution du pH et de l'acidité au cours de la conservation (au seuil de 5%).

Tableau III : Evolution de l'acidité et du pH au cours de la conservation du yaourt brassé

| Yaourt | | Yaourt 2% | Yaourt 3% | Yaourt 4% | SS | | | |
|-----------------|----|-----------------|----------------|----------------|----|----|--|--|
| Jours | | | | | pH | °D | | |
| J ₁ | pH | 3,72 ± 00,001 | 3,70 ± 00,005 | 3,79 ± 00,005 | NS | * | | |
| | °D | 109,66 ± 00,001 | 117 ± 00,00 | 109,66 ± 00,01 | | | | |
| J ₇ | pH | 3,70 ± 00,00 | 3,69 ± 00,00 | 3,69 ± 00,01 | | | | |
| | °D | 128,66 ± 00,001 | 125 ± 00,00 | 132 ± 00,00 | | | | |
| J ₁₄ | pH | 3,69 ± 00,01 | 3,67 ± 00,01 | 3,67 ± 00,00 | | | | |
| | °D | 140 ± 00,00 | 145,32 ± 00,02 | 150,66 ± 00,01 | | | | |
| J ₂₁ | pH | 3,69 ± 00,01 | 3,67 ± 00,00 | 3,66 ± 00,00 | | | | |
| | °D | 140,66 ± 00,01 | 146,66 ± 00,01 | 159,66 ± 00,01 | | | | |
| SS | pH | NS | | | | | | |
| | °D | NS | | | | | | |

SS :Signification statistique.

*:Significatif.

** :Hautement significatif.

NS :Non significatif.

III-1-3-Evolution de la matière sèche au cours de la conservation :

Le long de notre travail, nous avons remarqué que la matière sèche est en décroissance à partir du 7^{ème} jour, toute fois la matière sèche de notre matière première était de 16,46% et selon **Tamime et Robinson 1995 in Bourgeois et Larpent, 1996**, elle doit être de 14 à 16 % dans le lait frais.

La matière sèche du yaourt au 1^{ère} jour est élevée par rapport à la matière sèche du lait frais, cette augmentation est relative a l'addition du levain qui a influence ce paramètre chimique, par ailleurs **Tahomas et Pritchard 1987 in Leveau et al., 1993**, rapportent que dans le yaourt on estime que les bactéries lactiques doivent en quelques heures se multiplier jusqu'à 10^9 cellules/ml, soit environ 0,5 mg de poids sec/ml.

Au 7^{ème} jours, la matière sèche marque son optimum au niveau des différents yaourts, cela est liée à la température utilisée. Au cours des deux dernières semaines, on a noté, une stabilisation de la matière sèche des yaourts à 2% et 4% par ailleurs elle a chuté dans le yaourt à 3% cette diminution est probablement liée à l'hétérogénéité de notre prélèvement. D'une manière générale, les produits sont conformes aux normes.

Enfin, l'analyse de variance a révélé que la dose du levain a un effet significatif sur l'évolution de la matière sèche, la même observation est notée à l'égard de la durée de conservation au seuil de 5% et 1%.

III-1-4-Evolution de la matière minérale au cours de la conservation :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau IV et illustrés par la figure 9.

Au vu de nos résultats, il apparaît clairement que notre produit dispose d'un taux très appréciable en matière minérale et cela le long de la durée de conservation, en a également noté que les courbes montrent des fluctuations témoignant, l'hétérogénéité observée au niveau des différents lots du yaourt brassé avec une richesse au niveau du yaourt à 2% de levain.

Ces différences observées, sont probablement liées à l'hétérogénéité du prélèvement, à l'utilisation de ce substrat par la flore du yaourt, néanmoins notre produit final reste riche en matière minérale et cela après 21 jours de conservation, cela dit, on constate que ces résultats ne sont pas influencés par les facteurs à contrôler et à étudier à savoir la durée de conservation et la dose du levain.

Enfin, l'analyse de variance a montré que ni la dose du levain ni la durée de conservation a un effet sur cette variabilité observée de la matière minérale au niveau des différents yaourt brassés.

III-1-5-Evolution de la matière organique au cours de la conservation :

Nos résultats représentés dans le tableau IV et illustrés par la figure 10 montrent des valeurs de la matière organique assez importantes au niveau des trois lots des yaourts brassés.

Les courbes relatives, montrent une diminution du pourcentage de la matière organique à partir du 7^{ème} jours de conservation et cela pour l'ensemble des yaourts cette diminution est liée aux différentes modifications biochimiques engendrées par les bactéries lactiques à savoir celles relatives à l'utilisation des différents substrats pour satisfaire leurs besoins nutritionnels (Glucides, Lipides, protéines, Vitamines, ...), d'autres sont liées aux différentes transformations des substrats en d'autres produits assez volatils (arômes, ...). Toutefois, l'analyse de variance a montré que la durée de

conservation a un effet allant de significatif à hautement significatif sur l'évolution de la matière organique (plusieurs auteurs ont rapporté que le froid a un effet sur la perte de poids), en revanche aucune signification n'a été notée à l'égard de l'effet dose du levain.

Tableau IV : Evolution de la matière sèche, matière minérale et de la matière organique au cours de la conservation du yaourt brassé

| Yaourt | | Yaourt 2% | Yaourt 3% | Yaourt 4% | S.S |
|------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Jours | | | | | |
| M.S (%) | Lait frais | 16,46 ± 00,01 | 16,46 ± 00,01 | 16,46 ± 00,10 | * à ** |
| | J ₁ | 20,06 ± 00,01 | 21,52 ± 00,05 | 21,33 ± 00,05 | |
| | J ₇ | 23,25 ± 0,025 | 24,07 ± 0,04 | 24,88 ± 0,03 | |
| | J ₁₄ | 21,41 ± 0,03 | 23,25 ± 0,10 | 22,37 ± 0,03 | |
| | J ₂₁ | 21,25 ± 0,12 | 21,73 ± 0,05 | 22,73 ± 0,13 | |
| | S.S | * | | | |
| M.M (%) | Lait frais | 1,02 ± 0,04 | 1,02 ± 0,04 | 1,02 ± 0,04 | NS |
| | J ₁ | 0,59 ± 0,10 | 0,67 ± 0,04 | 1,04 ± 0,005 | |
| | J ₇ | 1,46 ± 0,07 | 0,78 ± 0,01 | 0,81 ± 0,10 | |
| | J ₁₄ | 1,51 ± 0,06 | 0,35 ± 0,05 | 0,34 ± 0,65 | |
| | J ₂₁ | 1,65 ± 0,09 | 1,65 ± 0,07 | 1,77 ± 0,13 | |
| | S.S | NS | | | |
| M.O (%) | Lait frais | 15,44 ± 0,06 | 15,44 ± 0,06 | 15,44 ± 0,06 | * à ** |
| | J ₁ | 19,79 ± 0,05 | 20,85 ± 0,01 | 20,29 ± 0,04 | |
| | J ₇ | 20,79 ± 0,05 | 23,29 ± 0,02 | 24,07 ± 0,06 | |
| | J ₁₄ | 19,9 ± 0,03 | 22,9 ± 0,05 | 22,03 ± 0,64 | |
| | J ₂₁ | 19,6 ± 0,02 | 20,08 ± 0,02 | 20,96 ± 00,00 | |
| | S.S | NS | | | |

MS : matière sèche
 MM : matière minérale
 MO : matière organique.
 SS : Signification statistique.
 * : Significatif.
 ** : Hautement significatif.
 NS : Non significatif.

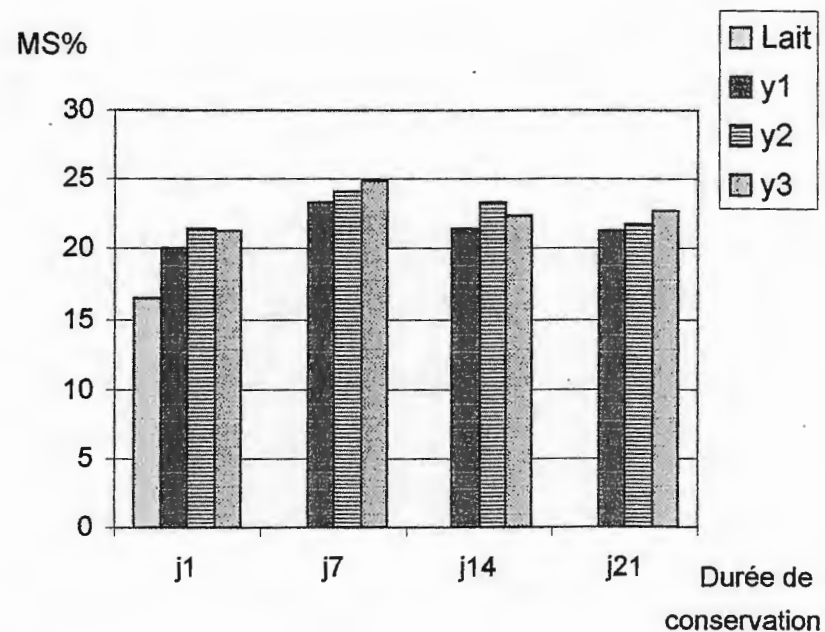


Figure 8 : Evolution de la matière sèche au cours de la Conservation du yaourt brassé

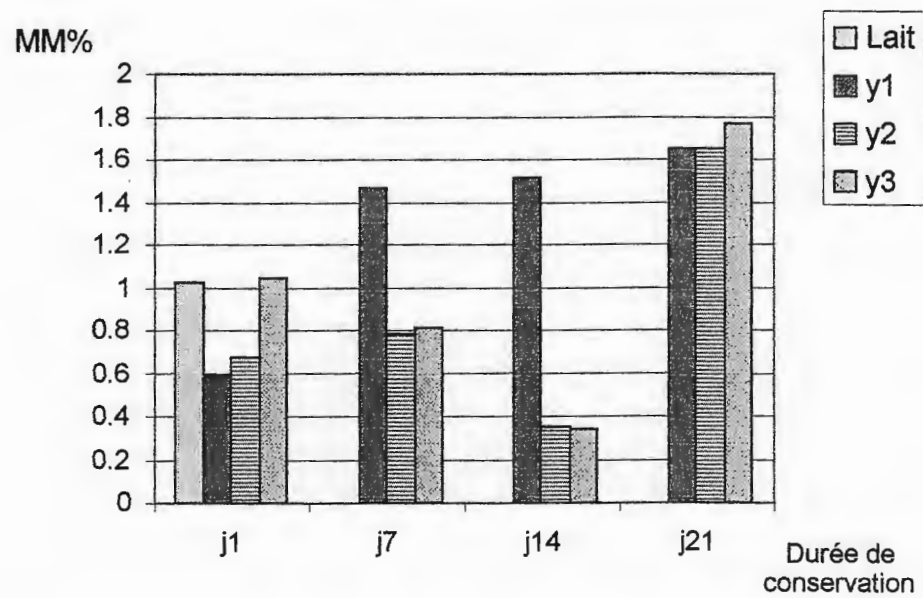


Figure 9 : Evolution de la matière minérale au cours de la Conservation du yaourt brassé

III-2-5-Examen microscopique : A partir des observations microscopiques des bactéries du yaourt au cours de l'entreposage, on a noté le suivant :

- Présence de bacilles Gram⁺ (*Lactobacillus bulgaricus*) et des coques Gram⁺ en chaînettes (*Streptococcus thermophilus*), se sont la flore normale du yaourt.
- Absence de Gram⁻.
- Le nombre de ces couples des ferments est élevé à la première semaine par rapport aux trois dernières semaines.
- D'après nos résultats représentés dans le tableau V au début de la fabrication, le pH du lait est favorable au Streptocoques qui prédominent, et assurent le départ de la fermentation lactique. Toutefois, le développement de l'acidité rend le milieu défavorable aux streptocoques qui sont remplacés progressivement par les Lactobacilles, ces dernier sont plus acidotolerants (Veisseyre, 1979).

Tableau V : Résultats de l'examen microscopique de la flore du yaourt brassé au cours de la conservation

| Yaourt | | Yaourt 2% | Yaourt 3% | Yaourt 4% |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Jours | | | | |
| J ₁ | Coq Bat | N > M | N > M | N > M |
| J ₇ | Coq Bat | N ≥ M | N ≥ M | N ≥ M |
| J ₁₄ | Coq Bat | N ≈ M | N ≈ M | N ≈ M |
| J ₂₁ | Coq Bat | N < M | N < M | N < M |

N : nombre des coques

M : nombre de bacilles.

Coq : Coque

Bat : Bâtonné

III-3-5-Analyse microbiologiques :

Le traitement thermique du lait avant fabrication étant suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non, la présence de ces germes dans le yaourt ne peut être qu'accidentelle, mais il est à noter qu'un yaourt à un pH inférieur ou égale à 4. (donc contenant environ 1% d'acide lactique) est un milieu hostile pour les bactéries pathogènes, comme pour la plupart des autres bactéries indésirables (Bourgeois et Larpent., 1996). En ce qui concerne les micro-organismes non pathogènes, les levures et moisissures sont capable de se développer dans le yaourt.

Nos résultats représentés dans le tableau VI montrant l'absence des différentes flores recherchées sauf la présence des levures à partir de 7^{ème} jour avec un aspect homogène, caractère phénotypique de bactéries lactiques, d'après les résultats, cette flore était associée au levain pour des fins technologiques notamment l'apport d'arôme.

D'après nos résultats, il en ressort :

- L'absence des contaminants signes de contamination fécale est liée à la bonne pratique de l'hygiène au cours de la fabrication et de la conservation des produits.
- L'absence des pathogènes est liée au respect du process technologique notamment la pasteurisation et la stérilisation de la matière première et au rôle inhibiteur qui exerce les bactéries lactiques sur les différentes flores par le biais de leurs produits métaboliques à savoir l'acide lactique et l'acétaldéhyde.
- Enfin, notre produit est de très bonne qualité microbiologique du moment qu'il est conforme aux normes.

Tableau VI : Résultats de l'analyse microbiologique : du yaourt brassé

| Jours | Yaourt | Yaourt 2% | Yaourt 3% | Yaourt 4% | Normes(CAECQ) | | |
|-----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|---|-------------------|
| | | | | | n | c | m |
| J ₁ | Coliformes totaux | - | - | - | 5 | 2 | 10 |
| | Coliformes TT | - | - | - | 5 | 2 | 1 |
| | Staphylococcus aureus | - | - | - | 5 | 2 | 10 |
| | Levures | - | - | - | 5 | 2 | < 10 ² |
| | Moisissures | - | - | - | 5 | 0 | Abs |
| | Salmonella | - | - | - | 5 | 0 | Abs |
| J ₇ | Coliformes totaux | - | - | - | | | |
| | Coliformes TT | - | - | - | | | |
| | Staphylococcus | - | - | - | | | |
| | Levures | + | + | + | | | |
| | Moisissures | - | - | - | | | |
| | Salmonella | - | - | - | | | |
| J ₁₄ | Coliformes totaux | - | - | - | | | |
| | Coliformes TT | - | - | - | | | |
| | Staphylococcus | - | - | - | | | |
| | Levures | + | + | + | | | |
| | Moisissures | - | - | - | | | |
| | Salmonella | - | - | - | | | |
| J ₂₁ | Entérobactéries | - | - | - | | | |
| | Staphylococcus | - | - | - | | | |
| | Levures | + | + | + | | | |
| | Moisissures | - | - | - | | | |
| | Salmonella | - | - | - | | | |

N : nombre d'unités de l'échantillon.

C : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre m et M

m : c'est un critère fixé : tout les résultats $\leq M \Rightarrow$ satisfaisant.

M : Seuil limite d'acceptabilité (M= 10m lors du dénombrement en milieu solide).

TT : Thermotolérant.

III-4-5-Analyse sensorielle : Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau VII et illustrés par les figures 11,12,13,14 et 15.

Odeur : selon la moyenne de notation, l'odeur se situe entre moyenne et bonne, et cela pour les trois yaourt, ces résultats peuvent s'expliquer par la production de l'arôme majeur qui est l'acétaldéhyde par les bactéries du yaourt.

Selon **accolas et al., 1980 ; Arshall 1984 in Leveau et al.,1993**, l'acétaldéhyde est considéré comme l'arôme majeur du yaourt, il est produit lors de la croissance de *Streptococcus thermophilus* ou de *Lactobacillus bulgaricus*.

Le traitement statistique des résultats a montré que la durée de conservation a un effet significatif à hautement significatif (5 et 1%) sur l'évolution de l'odeur, par ailleurs et mis à part le premier jour, la dose du levain a montré un effet allant de significatif à hautement significatif sur l'odeur.

Couleur : au cours de notre étude, nos yaourt étaient d'une couleur blanchâtre, cette dernière et selon le barème de notation est située entre assez bonne et bonne.

Le traitement statistique montre que la durée de conservation a un effet significatif au seuil 5% et hautement significatif au seuil 1%, toutefois, l'effet dose de levain apparaît seulement au cours de la deuxième semaines de l'entreposage.

Apparence : D'après les résultats enregistrés au cours de ce test, les yaourts présentent une apparence entre moyenne et bonne, mais en générale elle est bonne, les différences sont liées aux taux de production des agents épaississants par les ferments, selon **Cerning, 1990 in Bourgeois et Larpent., 1993**, certaines souches de bactéries lactiques produisent des polysaccharidiques qui évitent la séparation du sérum et du coagulum.

Selon nos résultats statistiques, la durée de conservation a un effet significatif (5%) et hautement significatif (1%) sur l'apparence, cet effet persiste avec la dose du levain, mais au cours des deux premières semaines seulement.

Textures : en générale, la texture de nos produits est assez bonne ceci s'explique par la production de polyosides qui contribuent à la viscosité du produit (**Cerning et al., 1990, in Bourgeois et Larpent.,1996**).

Les dégustateurs ont noté l'existence d'une texture granuleuse témoignant un mauvais brassage, cela est vrai du moment que cette opération a été effectuée manuellement, l'analyse statistique montre que la durée de conservation a un effet significatif (5%) à hautement significatif (1%) sur l'évolution de la texture, le même effet a été noté au cours de la 1^{ère} et la dernière semaines avec la dose du levain.

Goût : D'après le barème de notation, le goût est estimé de bon à assez bon, ceci est dû à la bonne activité de levain, présence d'arôme (l'équilibre de la flore) et la production d'acide lactique ceci confirme les propriétés de nos ferment utilisées (yc.x11) qui confèrent une saveur de faible intensité et une faible post-acidification (**Anonyme, 2001**).

Les résultats statistiques montrent que : la durée de conservation a un effet significatif (5%) à hautement significatif (1%) sur le goût, et on note le même effet au cours de la 2^{ème} et 4^{ème} semaines avec la dose des ferments.

Enfin et d'après les résultats du test de dégustation on peut remarquer que :

La qualité organoléptique de nos yaourts est acceptable.

Au cours de la conservation, la qualité organoléptique du yaourt 4% est bonne au cours des deux premières semaines la qualité organoléptique du yaourt à 2% s'améliorait le long de la conservation jusqu'à l'obtention d'une qualité acceptable à la dernière semaine.

Reste à signaler que le yaourt brassé nature à 3% levain a présente une qualité organoléptique stable et acceptable au cours de notre étude.

Tableau VII : résultats de l'analyse sensorielle du yaourt brassé

| Traitement sujet | J ₁ | | | J ₇ | | | J ₁₄ | | | J ₂₁ | | | S.S | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------|--------------|
| | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | | |
| Odeur | 1 | 5 | 6 | 7 | 5 | 5 | 5 | 2 | 4 | 1 | 6 | 6 | 6 | * à ** |
| | 2 | 6 | 4 | 3 | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 6 | 5 | 5 | 6 | |
| | 3 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 3 | 6 | 6 | 4 | 4 | 5 | |
| | 4 | 4 | 5 | 3 | 6 | 5 | 6 | 3 | 5 | 6 | 5 | 4 | 6 | |
| | 5 | 6 | 6 | 6 | 1 | 6 | 7 | 6 | 7 | 5 | 6 | 6 | 4 | |
| | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 4 | 3 | 7 | 6 | 6 | 5 | |
| | 7 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | 6 | 2 | 5 | 3 | 6 | 4 | 5 | |
| | 8 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | |
| | Score Total | 41 | 42 | 40 | 38 | 42 | 47 | 33 | 33 | 39 | 45 | 39 | 40 | |
| | Moyenne | 5,12 | 5,25 | 5 | 4,75 | 5,25 | 5,87 | 4,12 | 4,12 | 4,87 | 5,62 | 4,87 | 5 | |
| S - S | NS | | | ** | | | * | | | ** | | | | |
| Couleur | 1 | 3 | 4 | 7 | 6 | 6 | 6 | 4 | 5 | 4 | 6 | 6 | 6 | * à ** |
| | 2 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | |
| | 3 | 3 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 7 | 5 | 5 | 5 | 4 | |
| | 4 | 6 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 7 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 4 | |
| | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5 | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 8 | 5 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| | Score Total | 41 | 40 | 43 | 44 | 40 | 45 | 39 | 42 | 39 | 42 | 43 | 40 | |
| | Moyenne | 5,12 | 5 | 6 | 5,5 | 5 | 5,62 | 4,87 | 5,25 | 4,87 | 5,25 | 5,37 | 5 | |
| S - S | N.S | | | * | | | N.S | | | N.S | | | | |
| Apparence | 1 | 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 5 | 4 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | * à ** |
| | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 6 | 5 | 5 | 3 | 4 | |
| | 3 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 4 | 4 | 6 | |
| | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 3 | 6 | 5 | 6 | 7 | 5 | 5 | 5 | |
| | 5 | 3 | 5 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | |
| | 6 | 6 | 6 | 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | |
| | 7 | 5 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 6 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | |
| | 8 | 5 | 6 | 7 | 5 | 5 | 5 | 7 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | |
| | Score Total | 38 | 43 | 48 | 42 | 34 | 42 | 42 | 43 | 42 | 41 | 38 | 39 | |
| | Moyenne | 4,75 | 5,37 | 6 | 5,25 | 4,25 | 5,25 | 5,25 | 5,37 | 5,25 | 5,12 | 4,75 | 4,87 | |
| S - S | ** | | | ** | | | NS | | | NS | | | | |
| Texture | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 6 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | * à ** |
| | 2 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 4 | |
| | 3 | 4 | 6 | 7 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 4 | 2 | 4 | 6 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | |
| | 5 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 5 | 4 | 6 | 6 | 5 | 4 | |
| | 6 | 6 | 7 | 7 | 5 | 5 | 6 | 4 | 5 | 4 | 6 | 4 | 4 | |
| | 7 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 6 | 7 | 5 | 5 | 5 | 4 | |
| | 8 | 4 | 6 | 7 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | |
| | Score Total | 37 | 45 | 51 | 42 | 40 | 41 | 42 | 43 | 43 | 45 | 40 | 36 | |
| | Moyenne | 4,62 | 5,62 | 6,37 | 5,25 | 5 | 5,12 | 5,25 | 5,37 | 5,37 | 5,62 | 5 | 4,5 | |
| S - S | ** | | | NS | | | NS | | | ** | | | | |
| Goût | 1 | 3 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | * à ** |
| | 2 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | |
| | 3 | 7 | 6 | 6 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 5 | |
| | 4 | 4 | 5 | 5 | 7 | 6 | 7 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 | 6 | |
| | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 4 | 5 | |
| | 6 | 7 | 6 | 5 | 2 | 6 | 6 | 7 | 7 | 5 | 4 | 5 | 5 | |
| | 7 | 5 | 5 | 3 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 6 | 7 | 7 | 7 | |
| | 8 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 4 | 6 | 6 | 7 | 5 | |
| | Score Total | 43 | 44 | 43 | 41 | 45 | 50 | 46 | 45 | 48 | 51 | 48 | 43 | |
| | Moyenne | 5,37 | 5,5 | 5,33 | 5,12 | 5,62 | 6,25 | 5,75 | 5,62 | 6 | 6,37 | 6 | 5,37 | |
| S - S | ** | | | ** | | | NS | | | ** | | | | |

SS : Signification statistique *: Significatif.
 NS : Non significatif **: Hautement significatif.

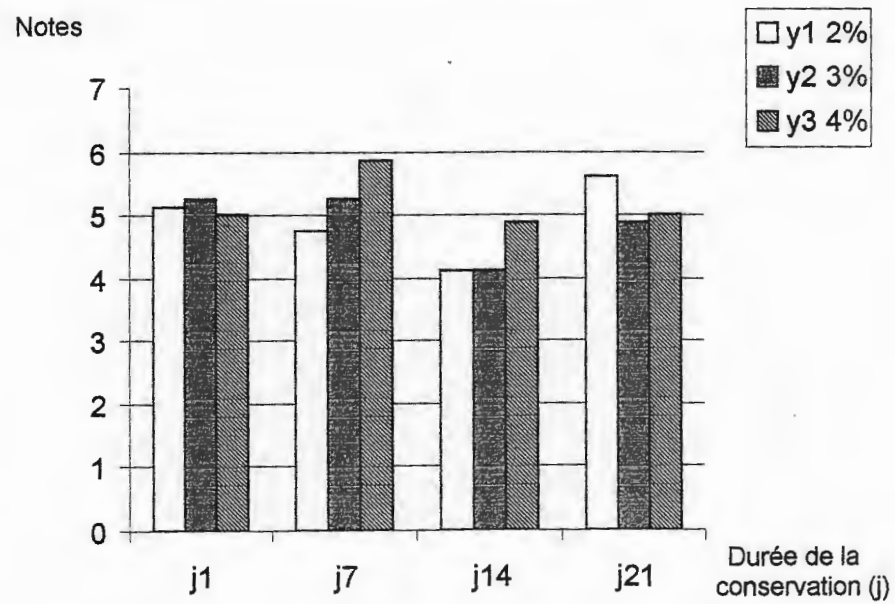


Figure 11 : Evolution de l'odeur au cours de la conservation du yaourt brassé

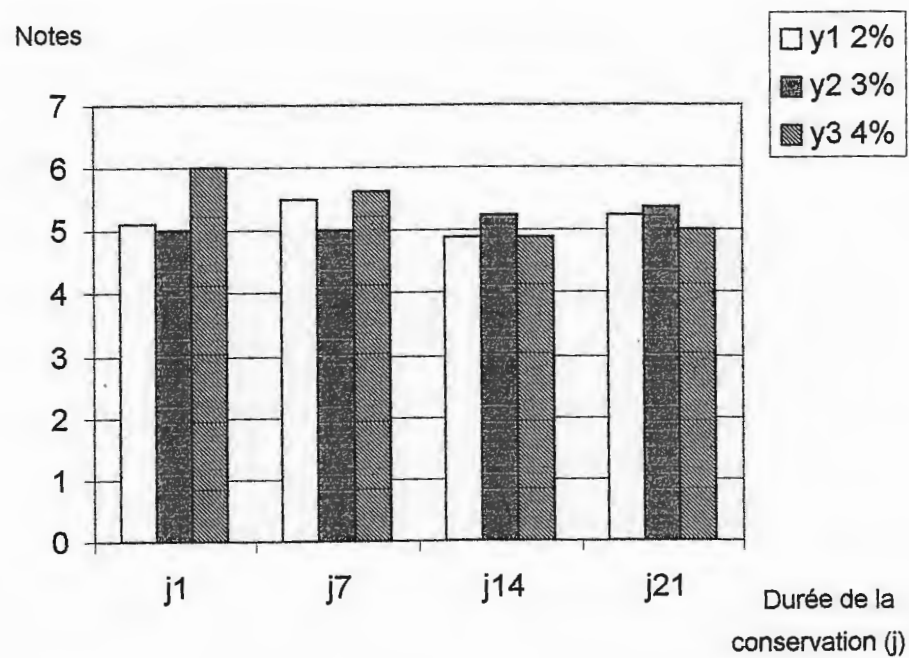


Figure 12 : Evolution de la couleur au cours de la conservation du yaourt brassé

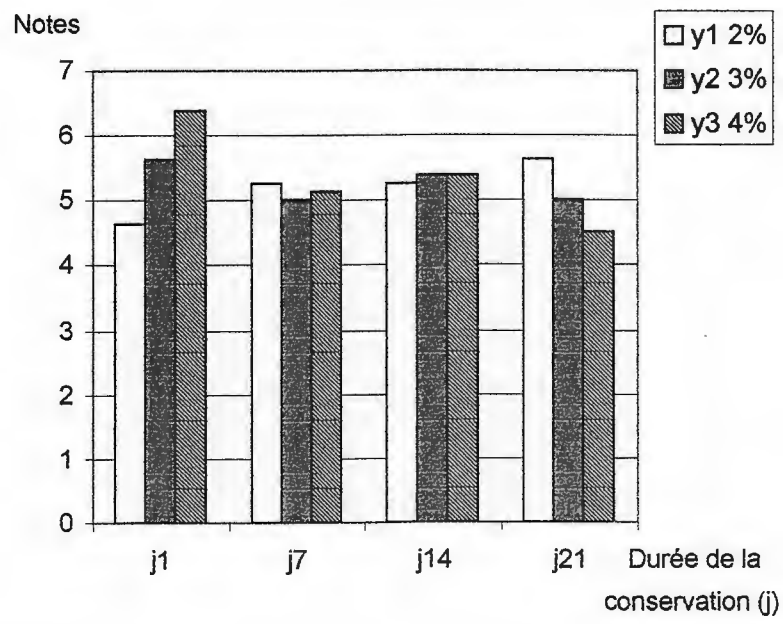


Figure 13 : Evolution de l'apparence au cours de la conservation Du yaourt brassé

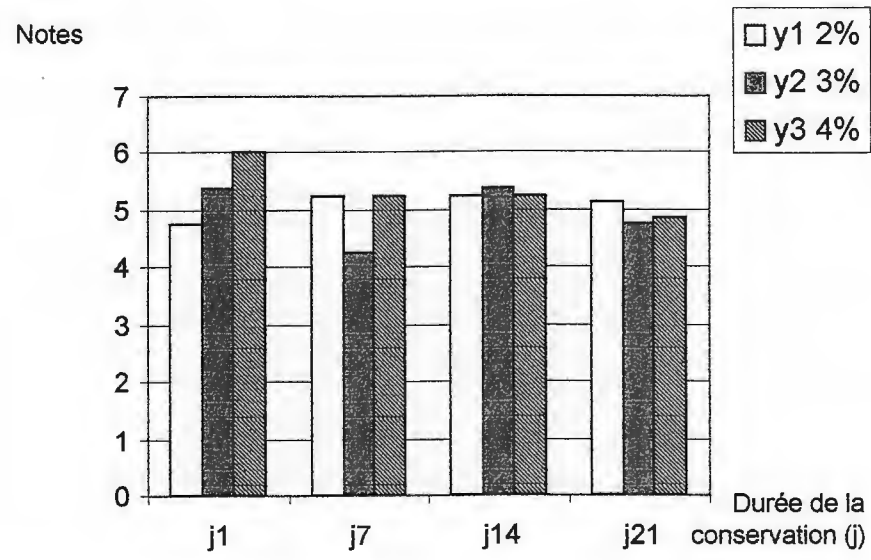


Figure 14 : Evolution de la texture au cours de la conservation du yaourt brassé

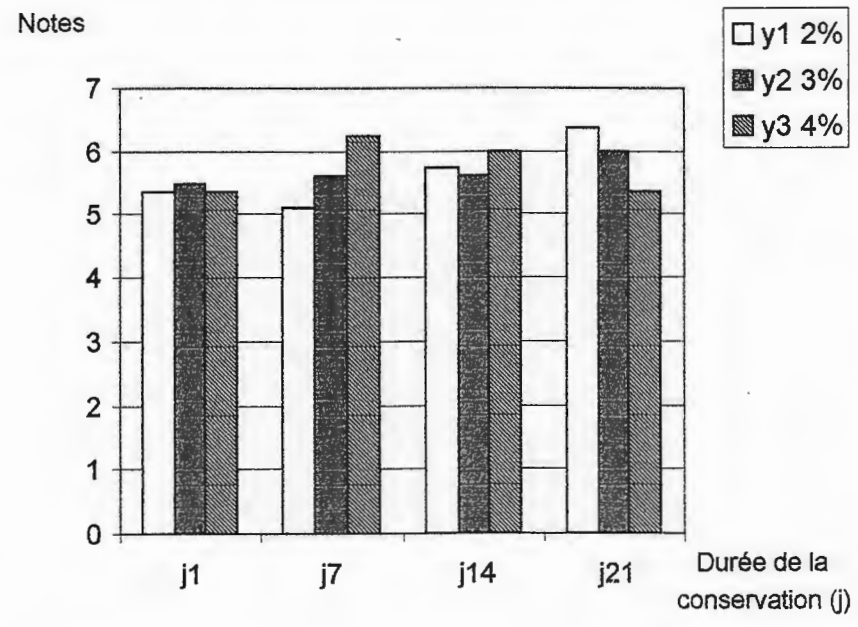


Figure 15 : Evolution de goût au cours de la conservation du yaourt brassé

Conclusion générale :

De part la multiplicité de leur utilisation, leurs performances technologiques, les ferments lactiques, se vulgariseront et permettront d'améliorer la qualité des produits laitiers.

Dans notre travail, il a été question de faire varier le taux de ferments (trois doses) afin de déterminer la meilleure dose pour aboutir à un produit fini de bonne qualité.

Notre étude expérimentale, nous a permis d'illustrer les effets de la variation de la dose du levain sur certains paramètres de la qualité du yaourt brassé.

-La dose du levain a un effet sur la vitesse d'abaissement à la fois du pH et d'augmentation l'acidité au cours de la production avec un maximum de 10,2 g d'acide lactique par litre obtenu avec la dose 4% (pH 3,70) par ailleurs l'effet dose persiste au cours de l'entreposage.

-La qualité chimique et après 21 jours d'entreposage était satisfaisante pour l'ensemble des lots avec la dominance des yaourts 4% suivis de celui à 3% de levain.

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

-Les résultats de l'étude sensorielle ont montré que les dégustateurs ont apprécié les différents yaourt brassés mais, celui à 3% de levain a pris le dessus.

-La date limite de conservation et de consommation de notre produit pourra aller au-delà de 21 jours.

Enfin, nous pensons qu'il n'existe pas de règles absolues, mais des éléments de réflexion et de raisonnement permettant à l'industriel d'adopter telle ou telle correction en fonction des problèmes rencontrés.

Références bibliographiques

- 1-Anonyme., 2001. Yaourt et yaourt à boire
Yo-Flex,P.3-8
- 2-Bourgeois.C.M et Larpent.J.P.,1998. Microbiologie Alimentaire
TEC et DOC.LAVOISIER,P. 7-16-21-30-304-305-306-307
- 3-Eck.A, Lavoisier.,1987. Le fromage
TEC et DOC.LAVOISIER,P. 23-24-28-29
- 4-Guyot.A,1992. Les yaourts
D.L.GFOOD.TEC,P.8
- 5-HERMIER.J, Lenoire.J,Weber.F.,1992. Les groupes microbiens d'intérêt laitier
C.E.P.I.L., P.12-13-19-49-51
- 6-Joffin .Ch,Joffin.J N.,1999. Microbiologie Alimentaire
C.R de DOC.PED.d'AQU,P. 124-132-139-166
- 7-Leveau.J.Y, Bouix.M.,1993.Microbiologie Industriel
TEC et DOC.LAVOISIER, P. 175-194-218-229-230-315
- 8-Luquet.F.M,1990. Lait et produits laitiers
TEC et DOC.Lavoisier,P.43-44-45-47-48-55-56-56
- 9-Petransxienie.D,Lapied.L.,1981.Qualité bactériologique du lait et des produits
laitières
TEC et DOC.LAVOISIER, P. 62-63
- 10-Ramech.C.Chandan.Ph.D.,1989. yaourt : nutritionnel and health propertiers
C.I.R Daniel.CARASSO.DOC. P. 96-97-98-100-101-103-105-108
- 11-Surta.L, Federighi,M,Jouve.J.L.,1998.Manuelle de la bactériologie alimentaire
Polytechnica, P. 235-236
- 12-VANASSCHE,P.1989. le lait. Revue N°4 : (oct, nov, déc),P.20
- 13-Veisseyre.R.1979.Technologie du lait
La maison rustique,librerie de l'académie d'agriculture,P.330

ANNEXE I

Milieux de culture :

1-Gélose O.G.A : (Gélose à l'oxytétracycline) :

- Extrait de levure 5g
- Glucose 20g
- Agar 20g
- Eau distillée 1 ml

2-Gélose VRBL : (LACT.Bile.Grist.VIOL)

- Peptone 7g
- Lactose 10g
- Inhibiteurs : désoxycholate de sodium 1,5g
Cristal violet 2 mg
- Indicateur de pH : RN 30g
pH final 6,8
- NaCl : 5
- Agar : 15 g
- Eau : 1ml

3-Gélose VRBG : (Glu.Bile.Gist.Viol)

- Gélose VRBL
- Glucose

4-Gélose de chapman :

- Peptone ontryptone : 10g
- Extrait de viande : 1g
- Manitol : 10g
- NaCl (inhibiteur) : 75g
- Indicateur de pH (RP) : 25mg
- pH final : 6,8
- NaCl (ions minéraux ajoutés) : 75g
- Agar : 15g
- Eau : 1ml

5-L'eau peptonée tamponnée :

- Bacto pépton : 20g
- Chlorure de sodium : 5g
- Phosphate disodique : 9g
- Phosphate monopotassique : 1,5g
- Eaudistillée : 1000 ml

Stériliser à $121^{\circ}\text{C} \pm 1$ pendant 20 minutes PH final : 7,2

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 :

Comparaison globale de tous les échantillons :

Soient : J : le nombre de sujets

P : le nombre d'échantillons (ou de produits)

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

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

F est comparé aux valeurs critiques du test de FRIEDMAN

-Si $F \geq F$ de table au seuil choisi de 5% ($\alpha = 0,05$) ou de 1% ($\alpha = 0,01$), on peut conclure à une différence significative globale entre les échantillons.

-En cas des ex-aequo : on peut remplacer F par :

$$F' = \frac{F}{1 - \frac{E}{JP(P^2 - 1)}}$$

où : E s'obtient de la façon suivante :

Soient : n_1, n_2, \dots, n_p le nombre d'ex-aequo dans chacun des groupes des ex-aequo existant :

$$E = (n_1^3 - n_1) + (n_2^3 - n_2) + \dots + (n_k^3 - n_k)$$

III-2-Dispositif Monofactoriel en bloc :

$$TCG = \frac{(\sum_{i=1}^{t \cdot b} x)^2}{n = t \cdot b}$$

$$SCE_T = \sum_{i=1}^{t \cdot b} x^2 - TCG$$

$$SCE_{f,E} = \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^b x_{ij})^2}{b} - TCG$$

$$SCE_{f,C} = \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{i=1}^t x_{ij})^2}{t} - TCG$$

$$SCE_{residuel} = SCE_T - (SCE_{f,E} + SCE_{f,C})$$



Tableau de l'analyse de variance :

| Σ des CE | SCE | ddl | CM | F obs |
|------------|-----|-------------|----------------------------|-------------------------|
| Total | | (T . b) - 1 | | |
| f.étud | | T - 1 | $\frac{SCE_{f,E}}{t-1}$ | $\frac{CM_{f,E}}{CM_r}$ |
| f.cont | | B - 1 | $\frac{SCE_{f,C}}{b-1}$ | $\frac{CM_{f,C}}{CM_r}$ |
| Résiduelle | | (t-1)(b-1) | $\frac{SCE_r}{(t-1)(b-1)}$ | |

Dll : degré de liberté
 SCE : La somme des carrés des écarts.
 F.E : facteurs étudiés.
 F.C : facteurs contrôlés

RESUMÉ

Notre étude a pour but de déterminer la meilleure dose de levain pour aboutir à un yaourt brassé de bonne qualité physico-chimique, microbiologique et gustative. Les résultats obtenus ont montré 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% de ferments est le plus apprécié.

Mots clés : yaourt, levain, qualité, dose.

SUMMARY

Our study has for object to determine the best dose of a levain in order to obtain best physico-chemical; microbiological and gustatory quality of yogurt mingled. The best results showed that the finished product a good physico-chemical and microbiological quality during the storage, but on the gustatory plan yogurt to 3% of ferments is the more appreciated.

Key words : yogurt, levain, quality, dose.

المخلص

الهدف من دراستنا هو تحديد أحسن جرعة للحصول على نوعية جيدة (فيزيوكيميائية، ميكروبيولوجية وحسية) للياورت الممزوج. -النتائج المتحصل عليها بينت أن المادة النهائية ذات نوعية جيدة من الناحية الفيزيو كيميائية و الميكروبيولوجية والحسية خلال مدة الحفظ. إلا أنه من الناحية الحسية تبين أن الياورت 3% من الخميرة هو الأفضل.

كلمات المفتاح : خميرة، ياورت، جرعة، نوعية.