

République Algérienne démocratique et populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

YOUB YUCEF

BOUDRAA FATIMA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité BIOTECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

THÈME

**Essais d'ajout de sirop de datte (Rob) sur la qualité
d'un lait fermenté alicament (type yaourt étuvé)**

Soutenue publiquement le **24 /06 /2018**

DEVANT LE JURY

Président	M BENABDLMOUMEN.D	MC	U. Mostaganem
Encadreur	MME BENMAHDI.F	M.A.B	U. Mostaganem
Examineur	M BENMILOUD.D	M.A	C. U Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de biochimie N°01 de la faculté SNV-U.Mostaganem

Année universitaire 2017 / 2018

Remerciements

Au terme de cette contribution et en témoignage de mon profond respect et de sincère sentiment de gratitude, je tiens tout d'abord à exprimer mes plus vifs remerciements à Dieu qui m'a offert la force et la chance.

J'exprime ma profonde gratitude et chaleureux remerciements à mon encadreur madame BELMAHDI.F, de m'avoir fait l'honneur d'encadrer ce travail ; pour ses conseils et surtout sa patience.

J'exprime ma reconnaissance à monsieur BENABDLMOUMENE.D enseignant à la faculté des sciences de la nature et de la vie, département d'agronomie à l'université de Mostaganem, qui a accepté de présider le jury.

Je remercie également monsieur BELLMILOUD.D Professeur à l'université de Mostaganem e pour avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens également à remercier toutes les personnes du laboratoire de biochimie et microbiologie université de Mostaganem, et le technicien de laboratoire de biochimie, madame AMIR et MOKHTARIA.

Que les participants des séances d'analyses sensorielles soient remerciés pour leur disponibilité et leur application.

Merci

Dédicaces

Tout d'abord on prie dieu de m'avoir donné la force et le courage

De terminer mon étude.

Je dédie ce modeste travaille aux personnes qui me sont les plus chères, ma très chère mère et mon père, je ne serais jamais comment exprimer mes sentiments pour leurs sacrifice, tendresse et affection qu'ils ont toujours accomplis avec développement pour me permettre de réussir à ma vie, je leurs souhaite une vie longue et prospère

*Je remercie à mon collègue **YOUB Youcef**, qui m'a soutenu, encouragé et motivé tout au long de ce travail...*

Son aide scientifique et personnelle a été précieuse pour pouvoir surmonter des moments pas toujours faciles et avec qui j'ai eu le plaisir de partager les moments de bonheur

*A mes sœurs Nawel, Lamia, Hadjer et surtout ma grande mère
A toute la famille BOUDRAA*

*A mes amis, Meriem, Amira, Yasmin, Asma, Mansouria,
Khadidja, et Sliman , Khaled, Mohamed et toute la promotion
de **Mestre 2** Biotechnologie alimentaire 2017/2018*

BOUDRAA Fatima

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mon très cher père

*Qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les sacrifices qu'il
s'est donnée pour me voir réussir dans la vie.*

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de
Mon cœur, ma vie et mon bonheur, maman que j'adore*

A mon collègue BOUDRAA. F

*Qui a toujours été soucieux de mon parcours je souhaite tout le
Bonheur du monde*

À mes chères frères, Yahia, Cheikh Salah.

Et sœurs Dalila, Souad

*Je vous souhaite tous mes vœux les plus sincères, de bonheur et
Réussite*

*A mes chères grands parents pour toute l'ambiance, amours dont ils
m'ont entourés, pour leurs Encouragements durant toutes les
Phases de mes études.*

*Dieu leurs garde et leurs montre le droit chemin. A toute la famille
YOUB veuillez trouver dans ce modeste travail. L'expression de mon
affection*

*A me enseignants, à mes amis qui n'ont cessé de me soutenir et
m'encourager Ali, Slimane, Idris, Achour, Zouhir, Moussa, Mohamed,
Khaled. A toutes les personnes qui ont participé et à la réalisation de ce
travail*

YOUB Youcef

Dedicace

Liste des abréviations

BL : Bactéries lactique

C : Concentration

°C : Degré Celsius

°D : Degré Dornic

D : Densité

EPS : Exopolysaccharide

F.A.O : Food Agronomique Organisation

g/L : Gramme Sur Litre

H : heure

J : Jours

Kg : Kilogram

Lb : *Lactobacillus bulgaricus*

MG : matière gras

ml : Milli Lire

MRS: man, rogosa and shape medium

MS: matière sèche

M17 : terzaghi et sandine

N : Normalité

NaCl : chlorure de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

NS : non significatif

pH : Pouvoir Hydrogène

S/L : rapport de souches *Streptococcus thermophilus* Sur *Lactobacillus bulgaricus*

St : *Sreptococcus thermophilus*

T : tonne

V : volume

UFC : unité formant colonie

*significatif

% : Pourcentage

Liste des tableaux

Tableau 01	Apports des différents yaourts pour un pot de 125g	07
Tableau 02	Principaux caractères de <i>S.thermophilus</i> et de <i>L.bulgaricus</i>	09
Tableau 03	Teneur moyenne du yaourt pour 100g de produit	16
Tableau 04	Critères microbiologiques du yaourt (pierre, 2003)	17
Tableau 05	Défauts de goût des yaourts	18
Tableau 06	Défauts de Texture des yaourts	19
Tableau 07	Défauts d'apparence des yaourts	19
Tableau 08	Production mondiale de dattes (FAO., 2010)	24
Tableau 09	Nombre de palmier dattier en Algérie (NOUI., 2007)	26
Tableau 10	Composition chimique des dattes	28
Tableau 11	Condition de préparation des laits fermentés expérimentaux.	36
Tableau 12	Effet d'addition de sirop de datte sur le pH des laits fermentés.	42
Tableau 13	Effet d'addition de sirop de datte sur l'acidité (°D) des laits fermentés.	43
Tableau 14	Effet d'addition de sirop de datte sur la viscosité des laits fermentés au cours de la période de post-acidification	44
Tableau 15	Evolution des nombres des bactéries (N.104 UFC/ml) des laits fermentés additionnés du sirop de datte.	45
Tableau 16	Effet d'addition de sirop de datte sur la couleur des laits fermentés au 21ème jours de conservation	46
Tableau 17	Effet d'addition de sirop de datte sur le goût acide au 21ème jour de conservation	47
Tableau 18	variation du goût de fraîcheur des laits fermentés additionnés de sirop des dattes	48
Tableau 19	Effet d'addition de sirop de datte sur l'odeur des laits fermentés au 21ème jours de la conservation.	49
Tableau 20	Effet d'addition de sirop de datte sur la cohésivité (sommés des rangs) des laits fermentés.	50
Tableau 21	Effet de sirop de datte sur l'adhésivité des laits fermentés	51
Tableau 22	Effet d'addition de sirop de datte sur l'arrière-goût des laits fermentés au 21ème jours de conservation.	52
Tableau 23	Résultats de suivi de l'acidité pendant la post acidification à 6°C	
Tableau 24	Résultats de suivi de pH pendant la post acidification à 6°C	
Tableau 25	Résultat taste de dégustation	
Tableau 26	Composition du milieu de culture MRS	
Tableau 27	Composition de milieu de culture M17	
Tableau 28	Conditions expérimentales pour le dénombrement de la flore lactique à différents intervalles de temps au cours de l'acidification du lait par les ferments du yaourt	

Liste des figures

Figure01	Diagramme des principales étapes de fabrication de yaourt étuvé	12
Figure 02	Coupe longitudinale d'une datte (RICHARDE., 1972)	27
Figure 03	Classification de dattes selon leurs consistances	31
Figure 04	Diagramme de fabrication des laits fermentés	35
Figure 05	Méthodes de dilution et de l'isolement	39
Figure 06	Evolution du pH des laits fermentés au sirop des dattes durant la conservation	41
Figure 07	Evolution de l'acidité Dornic de lait fermenté au cours de la période de post-acidification en (°D)	42
Figure 08	Evolution de la viscosité (Kg/ms) des laits fermentés additionnés de sirop de dattes au cours de la post-acidification.	43
Figure 09	Variation de la couleur des laits fermentés additionnés de sirop des dattes	46
Figure 10	Variation du goût acide des laits fermentés additionnés de sirop des dattes.	47
Figure 11	Variation du goût de fraîcheur des laits fermentés additionnés du sirop des dattes au 21 ^{ème} jours de conservation.	48
Figure 12	Variation de l'odeur des laits fermentés additionnés de sirop des dattes	49
Figure 13	Variation de la cohésivité des laits fermentés additionnés su sirop des dattes au 21 ^{ème} jours de conservation.	50
Figure 14	Variation de l'Ahésivité des laits fermentés additionnés de sirop des dattes au 21 ^{ème} jours de conservation	51
Figure 15	Variation de l'arrière-goût des laits fermentés additionnés de sirop des dattes	52
Figure 16	Lavage les dattes avec de l'eau	
Figure 17	Cuisson dans l'eau à 100°C	
Figure 18	Après 2 heures de cuisson	
Figure 19	filtration de la patte qui obtenu après la cuisson	
Figure 20	Sirop obtenu d'un extrait des dattes.	

Sommaire

Introduction	01
Partie I : Bibliographe	
Chapitre 01 : yaourt	
1. Produits laitiers	03
2. Lait fermenté	03
3. Présentation du yaourt	03
3.1. Définition réglementaire du yaourt	04
3.2. Type de produit	04
3.3. Type de fermente utilisée	05
3.4. Quantité des ferments contenue dans le produit fini	05
3.5. Viabilité de la flore lactique	05
3.6. Ingrédient lactière	05
3.7. Ingrédient non lactière	06
3.8. pH	06
3.9. Quantité des ferments contenue dans le produit fini	06
3.10. Structure et comportement rhéologique des yaourts	06
4. Composition nutritionnelle du yaourt	06
5. Bactéries caractéristiques du yaourt	07
5.1. Caractéristique générale des bactéries lactiques	07
5.2. Bactéries lactiques spécifiques du yaourt	08
5.3. Streptococcus Thermophilus	08

5.4. Lactobacillus bulgaricus	08
6. Intérêt et fonctionnement des bactéries lactiques	09
6.1. Production d'acide lactique	09
6.2. Activité protéolytique	10
6.3. Activité aromatique	10
6.4. Activité texturant	11
7. Comportements Symbiotiques(Protoopération) des souches	11
8. Technologie de fabrication du yaourt	12
9. Fabrication du yaourt	12
9.1. Préparation et traitement du lait	12
9.2. Enrichissement en matière sèche	13
9.3. Homogénéisation	13
9.4. Traitement thermique	13
9.5. Fermentations	14
9.6. Incubation	15
9.7. Arrêt de la fermentation	15
9.8. Conditionnements	15
Chapitre 02 : Qualités du yaourt	
1. Caractéristiques nutritionnelles du yaourt	16
2. Qualité du yaourt	17
2.1. Aspects physico-chimique	17
2.2. Aspects hygiéniques	17
3. Défauts et altérations du produit	18
4. Conservation des yaourts	20
4.1. Condition et durée légale de conservation	20
4.2. Qualité du yaourt au cours de la conservation	20

5. Intérêt du yaourt sur la santé	20
5.1. Amélioration de l'absorption du lactose.	21
5.2. Amélioration de la digestibilité des protéines.	21
5.3. Amélioration de la digestibilité des matières grasses	21
5.4. Activité antimicrobienne	21
5.5. Stimulation du système immunitaire	21
6. Effet de la composition microbiologique du yaourt sur la santé	22
6.1. Effet du yaourt sur la digestion du lactose	22
6.2. Stimulation du système immunitaire	22
6.3. Prévention du cancer	22
Chapitre 03 : Situation des dattes	
1. Production des dattes dans le monde	24
2. Production de la datte en Algérie	25
3. Généralités sur le palmier dattier <i>Phoenix dactylifera L.</i>	25
4. Répartition géographique du palmier dattier en Algérie	26
5. Datte	27
5.1. Description de la datte	27
6. Les variétés des dattes	28
6.1. Deglet-Nour	28
6.2. Variétés communes	28
7. Qualités nutritionnelles des dattes	28
8. Transformation artisanale des dattes	29

8.1. Transformation industrielle	29
9. Dérivé des dattes	29
9.1. Jus de dattes	29
9.2. Farine de datte	30
9.3. Sirop de datte	30
9.3.1. Composition de sirop	30
10. Classification des dattes	30
Parte II	
Chapitre 01 : Méthodologie	
1. Objectifs	32
2. Matière végétale	32
2.1. Objectif	32
2.2. Echantillonnage	32
2.3. Préparation du sirop de datte	33
3. Protocole expérimental	33
4. Préparation de yaourt	33
4.1. Diagramme de fabrication de yaourt.	35
5. Analyses expérimentales	36
5.1. Analyse physico-chimiques	36
5.1.1. Acidité Dornic	36
5.1.2. pH	37

5.1.3. Viscosité	37
5.2. Analyses microbiologiques	37
5.2.1. Étude hygiénique	37
5.2.2. Préparation de l'échantillon et des dilutions	37
5.2.3. Diagramme de dilution	39
6. Test organoleptique	40
6.1. Sujets	40
6.2. Environnement de la dégustation	40
7. Traitement statistiques	40
Chapitre 02 : Résultats	
1. Analyses physico-chimiques	41
1.1. pH	41
1.2. Acidité	42
1.3. Viscosité dynamique	43
2. Analyses microbiologiques	44
3. Test organoleptique	46
3.1. Couleur	46
3.2. Goût acide	47
3.3. Goût de fraîcheur	48
3.4. Odeur	49
3.5. Cohévisité	50

3.6. Adhésivité	51
3.7. Arrière-goût	52
Discussion	53
1. Paramètres physico-chimiques	53
1.1. pH et acidité Dornic	53
1.2. viscosité	53
2. Analyses microbiologiques	55
3. Test organoleptique	56
Conclusion	58
Annexe 01 : préparation de sirop de datte	
Annexe 02 : résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques du yaourt étuvé	
Annexe 03 : composition des milieux de culture	
Annexe 04 : Mode opératoire des analyses physico-chimiques	
Annexe 05 : Mode opératoire des analyses microbiologiques	
Annexe 06 : matériel et réactifs	
Annexe 07 : la fiche de dégustation	

Introduction

En Algérie, une quantité considérable du lait de transformation est récoltée, elle sert à la fabrication de produits laitiers, comme les fromages, les yaourts et lait fermentés, mais une meilleure connaissance des bactéries lactiques permettrait de mieux améliorer ces produits.

De plus, les bactéries lactiques jouent également un rôle essentiel dans la conservation et l'innocuité de ces aliments, par la production des acides organiques et d'autres composés antimicrobiens, comme les bactériocines qui inhibent la croissance des germes pathogènes ou de contamination.

Les bactéries lactiques sont largement impliquées dans la fabrication de produits laitiers fermentés ; tel que le yaourt, qui est obtenu par l'action de deux bactéries spécifiques à savoir : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui doivent être ensemencées simultanément et se trouvées vivantes dans le produit fini ; à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gamme à la date limite de consommation.

La dynamique actuelle du marché des denrées alimentaires oblige les industriels à formuler constamment de nouveaux produits. Ainsi, l'intérêt récent des consommateurs pour des produits allégés en matière grasse a conduit à l'utilisation d'ingrédients tels que des agents de texture, ou des épaississants ou encore des gélifiants. Or, toute variation de la composition de l'aliment entraîne une modification de sa structure, de ses propriétés rhéologiques et de ses caractéristiques sensorielles, notamment de la texture en bouche et de l'arôme, qui déterminent largement l'acceptabilité des produits. Un changement de composition et de texture de la matrice nécessite la recherche d'une nouvelle aromatisation des produits. La formulation de nouveaux aliments reste encore empirique et, de ce fait, est longue et coûteuse.

Comme la datte a été depuis des temps immémoriaux un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains (les dattes molles) que pour les animaux (les dattes sèches) (*amellal, 2008*). Le sirop obtenu à partir d'un extrait des dattes, riche en éléments énergétiques, et plus sucré, il contient des vitamines bénéfiques pour la santé.

Le miel de datte est utilisé comme ingrédient d'enrichissement d'un yaourt. Les objectifs considérés sont multiples

- Addition de sirop de datte naturel.
- Utilisation du miel de dattes comme agent de texture (épaississant et/ou gélifiant) vu sa richesse en fibre et en pectines.

- Substitution des arômes artificiels habituellement ajouté aux yaourts.
- Enrichissement des yaourts ainsi élaborés par les minéraux des dattes (Ca, P, K, Fe,...), par leur vitamines du groupe B, leurs acides aminés essentiels et leur polyphénols.

Dans ce contexte, l'objectif du travail présenté dans ce mémoire est de mieux comprendre l'effet de défférente concentration de sirop de datte (0%, 2.5%, 5%) sur la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt étuvé au cours de la période de poste acidification

La première partie passe en revue la synthèse les bactéries spécifiques du yaourt et leur qualité nutritionnelle.

La deuxième partie de méthodologie consacrée à l'étude expérimentale et qui traite du matériel et les méthodes utilisées.

Enfin, une dernière partie se rapportant aux résultats et à la discussion des données pratiques obtenus en vue de tirer des conclusions et enseignements sur le sujet en question à savoir la possibilité de produire un lait fermenté alicament.

L'intérêt de ce travail vise à fabriqué un yaourt ou lait fermenté particulier appelé alicament renfermant en plus des effets bénéfiquesensemencés (*streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus*), d'une plantes très largement consommée en Algérie à savoir les dattes.

1. Produits laitiers

Les produits laitiers ou laitages sont le simple lait ou des aliments transformés ou obtenus simplement à partir de laits. Parmi les laits utilisés. Le principal est le lait de vache mais on utilise également le lait de chèvre, de brebis, de chamelle, de yak, de bufflonne....

La consommation de produits laitiers a connu une croissance considérable au niveau mondial depuis le début des années 1950.

Les produits laitiers sont essentiellement utilisés dans l'alimentation humaine, soit directement, soit comme ingrédients dans la pâtisserie, la biscuiterie, la charcuterie, en fromagerie, mais aussi dans l'alimentation animale (lait en poudre pour les veaux, lactosérum pour les porcs). Les produits laitiers sont, en général, des denrées périssables et du producteur au consommateur, la chaîne du froid doit être respectée de manière que ces produits restent comestibles. Ces aliments sont en général perçus comme étant bons pour la santé.

La caséine extraite des laits, a aussi des utilisations non alimentaires comme la fabrication de matières plastiques, de papier, de textiles. **(Cayot P., Lorient D, 1998).**

2. Lait fermenté

On appelle lait fermenté un produit laitier obtenu par la fermentation obtenu à partir de lait avec ou sans modification de composition, par l'action de micro-organismes appropriés et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation (précipitation isoélectrique). Ces levains (micro-organismes) doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale. **(Cayot P., Lorient D, 1998).**

3. Présentation du yaourt

Les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, sont des aliments de grande consommation dans de nombreux pays. La dynamique actuelle du marché des denrées alimentaires oblige les industriels à formuler constamment de nouveaux produits. Les yaourts et les produits fermentés frais, identifiés comme aliments bénéfiques pour la santé, sont aujourd'hui des produits de grande consommation. Ainsi, selon une enquête du centre National Interprofessionnel de

l'Economie laitière (CNIEL), la production de yaourts et d'autres laits fermentés ne cesse de croître et est parvenue à 1 435 993 t en 2002. La dynamique actuelle du marché oblige donc les industriels à formuler sans cesse de nouveaux produits laitiers frais.

3.1. Définition réglementaire du yaourt

D'après le Codex Alimentarius (norme N°A-11(a) 1975) « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus 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, les protéines, ect...). Les microorganismes du produit finale doivent être viables et abondants ».

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente ; avec un nombre de 10⁷ germe /ml (article 8 du décret 63-695). D'autres pays admettent qu'à la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contienne plus de bactéries vivantes. Cette pratique n'est pas recommandable, car elle modifie les propriétés du yaourt. (Romain et al, 2008).

3.2. Type de produit

Ils sont définis souvent en fonction de leur teneur en matière grasse ou de l'adjonction éventuelle d'ingrédients (yaourt partiellement écrémé, yaourt écrémé le yoghourt sucré et yoghourt nature).

Selon la technologie de fabrication il existe deux types de yaourts

- **Yaourt ferme ou traditionnel** : dont la fermentation se fait après conditionnement en pots ; ce sont généralement les yaourts naturels, aromatisés. (Pacikora, 2004).
- **Yaourt brassé** : dont la fermentation se fait en cuve avant brassage et conditionnement .C'est le cas des yaourts peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3.5% ; 1.00% ; 00%de MG) .Ici l'ajout des fruits ou d'arômes est réalisé après refroidissement du lait fermenté.

Selon la teneur en matière grasse, il est distingué

- **Yaourt entiers** : au minimum il contient 3% en poids de MG ; en pratique industrielle, il renferme 3 à 4 % de MG.
- **Yaourt partiellement écrémé** : c'est un produit qui renferme au moins 3 % (en poids de MG. (Guyot, 1992).
- **Yaourt écrémé (maigre)** : le produit contient au minimum 0.5% (en poids) de MG et de 0.05 à 0.1 % de protéine.

3.3. Type de fermente utilisée

Selon la FIL et de nombreux Codex Alimentarius , dans la réglementation du yaourt sont les suivant : la dénomination (yaourt) nécessite l'utilisation obligatoire et exclusive des deux ferments caractéristiques *Streptococcus thermophilus* (cocci gram positif anaérobie facultative non mobile, résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minute) et *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus* (des bacilles gramme positif immobile asporulés ,thermophile T° optimale de croissance environ 42°C).

3.4. Quantité des ferments contenue dans le produit fini

Selon la FIL (fédération international du lait) la quantité de ferments vivants, égale 10^7 bactérie/g rapportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation.

3.5. Viabilité de la flore lactique

Flore viable pendant toute la durée de vie.

3.6. Ingrédients laitiers

Lait pasteur

isé, congelé, écrémé, concentré, en poudre crème caséine etc.....

3.7. Ingrédient non laitère

Une multitude d'ingrédients peut être utilisée par exemple de fruits sous différente forme (purée, jus, pulpe, sirop etc..) la quantité des ingrédients non laitiers est fixée par le codex alimentarius, la FIL et la plupart des pays a moins de 30% en poids de produit fini.

3.8. pH

La FIL préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique .cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6 à 15% certains normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6. (Luquet F. M., Carrieu G, 2005)

3.9. Quantité des ferments contenue dans le produit fini

Selon la FIL (fédération international du lait) la quantité de ferments vivants, égale 10^7 bactérie/g rapportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation

3.10. Structure et comportement rhéologique des yaourts

La transformation du lait en yaourt s'accompagne de la mise en place d'une structure complexe et d'un changement important des propriétés rhéologique en passant d'un liquide à un gel viscoélastique à destruction non réversible.

Les additifs et les étapes du procédé de fabrication jouent un rôle majeur sur le comportement rhéologique du yaourt qui sera apprécié par le consommateur. (Lamoureux L, 2000).

4. Composition nutritionnelle du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable (**Tableau 1**).

Tableau01 : Apports des différents yaourts pour un pot de 125g

	Yaourt nature lait partiel (écrémé)	Yaourt nature maigre (lait écrémé)	Yaourt Nature au lait entier	Yaourt maigre aux fruits	Yaourt lait partiel écrémé et aux fruits	Yaourt lait entier et aux fruits	Yaourt aromatisé lait partiel écrémé sucré	
Protides(g)	5,4	5,6	5,2	4,5-5	4,6	4	4,8	
Lipides (g)	1,5	0,3	4,3	0,3	1,3	3,3	1,3	
Glucides (g)	6,2	6,5	6,2	13,7-22,5	21,2	23,7	17,5	
Calcium (mg)	185	185	194	175	175	175	175	
Valeur énergétique	Kilocalories	60	51	84	75-106	115	140	101
	Kilojoules	251	213	351	313-443	481	585	422

D'après (Romain ,2008).

5. Bactéries caractéristiques du yaourt

5.1. Caractéristique générale des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des bactéries à Gram positif regroupant douze genres dont les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* et *Pediococcus*. Ces bactéries peuvent avoir des formes en bâtonnet ou en coques, sont immobiles et ne sporulent pas. Elles ont également un métabolisme aérobie facultatif et ne produisent pas de catalase. Les bactéries lactiques ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique. Les bactéries lactiques sont ubiquistes. On les trouve dans différentes niches écologiques comme le lait et les produits laitiers fermentés (Pissangt, 1992).

5.2. Bactéries lactiques spécifiques du yaourt

La fermentation du yaourt résulte de l'activité de deux ferments lactiques associés entre *Lactococcus Bulgaricus* et *Streptococcus Thermophilus*. Les deux genres sont micro aérophiles et supportent très bien les milieux acides pH de 4 à 5. Dans le yaourt ils vivent en symbiose étroite. La culture associée des deux bactéries permet de produire d'avantage d'acide lactique.

5.3. Streptococcus Thermophilus

St thermophilus est une cocci gram positif anaérobie facultatif, non mobile. On le trouve dans les laits fermentés et le fromage. (Roussel et al, 1994). C'est une bactérie dépourvue d'antigène du groupe D thermorésistante sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes (Dellaglio et al., 1994).

Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C. Son métabolisme est du type homofermentaire (Lamoureux, 2000).

Le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant. Elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose ; arabinose et de mannose ...) (Bergamaierd , 2002).

5.4. Lactobacillus bulgaricus

Lactobacillus bulgaricus est un bacille gram positif immobile a sporulé ; micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets de chaînettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit finale à partir des hexoses de sucre par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenter les pentoses. *Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie thermophile très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptique et hygiénique du yaourt. (Marty-Teyssset et al, 2000) (Tableau 2)

Tableau02 : Principaux caractères de *S.thermophilus* et de *L.bulgaricus*

<i>Streptococcus salivarius subsp thermophilus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Croissance optimale (37- 42°C) - Ne se développe pas au-dessus de 20 °C <ul style="list-style-type: none"> - SE développe encore à 50 °C - supporte un chauffage de (30 min à 65 °C) - Homofermentaire, produit très peu de composés contribuant à l'arôme du yaourt (diacetyl, acétoine, acétaldéhyde) - Production d'acide lactique L (+) jusqu'à une concentration de (0.7- 0.8 %) - Supporte un milieu acide pH = (4- 4.5) 	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance optimale (42 – 47 °C) - limites de développement (15 – 52 °C) -Homofermentaire, mais produit un peu d'acétaldéhyde responsable de l'arôme du yaourt. -Production d'acide lactique D (-), jusqu'à une concentration de 1 ,7 %. -Supporte sans difficulté un milieu acide PH (4-4 .5).

D'après (CORVI ,1997)

6. Intérêt et fonctionnement des bactéries lactiques

6.1. Production d'acide lactique

La production d'acide lactique est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait en intervenant comme coagulation et antimicrobien (Schmid et al, 1994).

Le métabolisme est du type homofermentaire (production exclusif de l'acide lactique). L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré dornic ($1D^{\circ} = 0.1 \text{ g/l d'acide lactique}$). Elle se situe entre 100 et 130° D (Loones, 1994).

L'importance de l'acide lactique durant la fabrication du yaourt peut se résumer comme suit :

- Il aide à stabiliser les micelles de caséines ce qui conduit à la formation du gel.
- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique comme il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt (SINGH SUDHEER K et al.,2006)

6.2. Activité protéolytique

Pour satisfaire leur besoins en acide aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fraction protéique du lait constitué de caséine et de protéine sériques, leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distinctes :

- Les protéinases et les peptidases *Lactobacillus bulgaricus* possède des protéases localisée, pour l'essentiel ; au niveau de la paroi cellulaire. Cette activité protéasique permet d'hydrolyser la caséine en polypeptide.
- *S. thermophiles* est considéré comme ayant une faible activité endopeptidique. Elle dégrade les polypeptides par son activité exopeptidasique en acide aminés libres.

6.3. Activité aromatique

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui intervient dans la formation de ces composés dans une fermentation de type hétérofermentaire.

Parmi ceux-ci, l'acide lactique confère au yaourt son goût acidulé. L'acétaldéhyde, qui provient en grande partie de la thréonine, joue un rôle essentiel dans cette caractéristique organoleptique recherchée. La contraction optimale de ce métabolite est estimée à environ 10ppm sa production due principalement au lactobacille est augmentée lorsque ce dernier est en association avec le streptocoque qui en élabore de faible quantité.

L'acétaldéhyde peut provenir du pyruvate, soit par action du pyruvate décarboxylase ou par action du pyruvate déshydrogénase (appelée aussi pyruvate formate lyase) ; de la thréonine par l'action de la thréonine aldolase.

Le diacétyl contribue à donner un goût délicat qui est dû à la transformation de l'acide citrique et secondairement ; du lactose par certaines souches de streptocoques. D'autres composés (acétone, acétoïne, etc ...), contribuent à l'équilibre et à la finesse de la saveur ce qui résulte d'un choix avisé des souches. De leur capacité à produire dans un juste rapport les composés aromatique et du maintenir de ce rapport au cours de la conservation des levains et de la fabrication (**Anonyme, 1995**)

6.4. Activité texturant

La texture et l'onctuosité constituent pour le consommateur d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt certains souches bactériennes produisent à partir du glucose des polysaccharides qui en forment des filaments l'altération du gel par traitement mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt, l'augmentation de la viscosité du yaourt est en générale (attribuée à la production d'exopolysaccharide (EPS) qui selon une étude portant sur plusieurs souches serait essentiellement composé de ramnose, arabinose et mannose. **(Schmidt et al ,1994)**.

Il est couramment admis que la production des EPS est le résultat de l'action exercées par *Streptococcus thermophilus* mais d'appris **(Tamime, 1999)** ; *Lactobacillus bulgaricus* possède une aptitude à produire des EPS composée de galactose ; glucose ; ramnose à rapport 4/1/1.

La fermentation des sucres en acide lactique est une caractéristique des bactéries lactiques qui permet de les classer en bactéries homofermentaires ou hétérofermentaire. Les bactéries lactiques produisant de l'acide lactique uniquement sont homofermentaire tandis que les bactéries lactiques produisant d'autres composent que l'acide lactique tel que l'éthanol, le CO₂ et l'acide formique sont hétérofermentaires.

7. Comportements Symbiotiques(Protoopération) des souches

Les deux espèces *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont micro-aérophile et vivent ensemble en association mixte, ayant un intérêt à la fois d'ordre technologique et nutritionnel. Ces bactéries par leur activité acidifiante ont un effet bénéfique du point de vue qualité hygiénique du produit .en parallèle elles engendrent des produits secondaires qui contribuent à la qualité organoleptique du yaourt, d'un point de vue nutritionnels l'activité fermentaire de ces espèces lactiques favorise une solubilisation des différents constituants du lait, améliorant ainsi leur biodisponibilité **(Lenoinnier et al, 1998)**.

8. Technologie de fabrication du yaourt

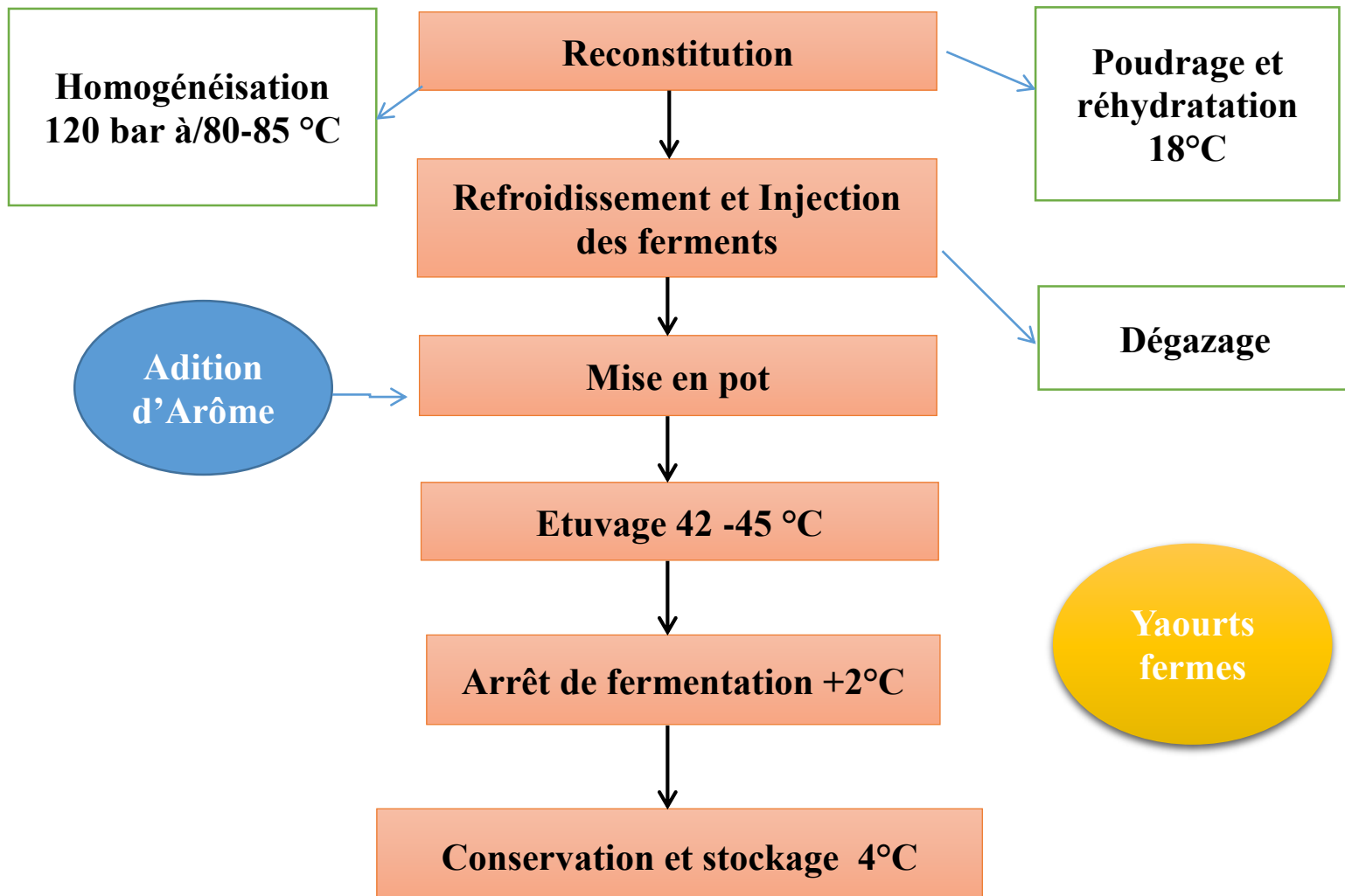


Figure 01 : Diagramme des principales étapes de fabrication de yaourt étuvé

9. Fabrication du yaourt

9.1. Préparation et traitement du lait

Avant de passer aux étapes de fabrication, il est indispensable de présenter une phase technologique importante sur laquelle est fondée les qualités du produit fini la préparation des levains lactique.

Les deux souches *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* sont utilisées en yaourterie sont souvent conservées sous forme lyophilisées .Dans ces conditions elles gardent leur vitalité durant plusieurs mois lors de leur emploi l'ensemencement de ces bactérie n'est pas direct dans le lait pré incubé. On doit passer par une phase importante qui est la préparation du levain lactique dans le but d'accroitre leur nombre par multiplication préliminaire. (Mahaut et al., 2000). (Figure 01)

9.2. Enrichissement en matière sèche

La teneur en MS du lait mis en œuvre dans la fabrication du yaourt est un facteur important ; car elle conditionne la viscosité et la consistance du produit.

Les protéines ont un rôle déterminant sur la texture et la MG sur les caractéristiques organoleptiques saveurs aromes.) Protéines et MG contribuent également à masquer l'acidité du produit. La teneur en MG est ajustée en fonction des produits de 0.5 à 3.5% et celle de l4 extrait sec dégraissé à environ 14/ l dont 5% de protéines .cet enrichissement est réalisé par concentration (évaporation ou osmose inverse) ou plus fréquemment par addition de poudre de lait écrémé ou de protéine de lactosérum à des doses variant de 1 à 3% . Le poudrage, effectué à 40°C environ pour une bonne réhydratation des poudres, est généralement suivi d'une étape de filtration et de désaération (Luquet, 1990)

9.3. Homogénéisation

Ce traitement est pratiqué dans le cas des laits gras (10 à 25. 106 Pa à 60-90°C). Soit en phase montante de la pasteurisation ; soit en phase de ascendante mais avec des risques de ré contamination dans ce gélification, limite la synérèse en améliorant la rétention d'eau (en interaction avec les protéines absorbées sur la surface des globules gras) et amélioration la texture (viscosité et fermenté accrues par interaction entre les globules gras et caséines) du produit fini. (Luquet ,1992).

9.4. Traitement thermique

Le lait enrichi subi un traitement thermique qui a pour but :

De détruire tous les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levure, moisissures) ce qui favorisera le développement ultérieur des ferments.

D'inactiver les (Y globulines) et de nombreuses enzymes (phosphatase, peroxydase) et de favoriser le développement de la flore lactique spécifique par la formation d'acide formique, et d'autres modification physico-chimique au niveau de la fraction protéique du lait notamment par dénaturation des protéines sérique (β lactoglobuline) et interaction avec la caséine k au sein ou à l'extérieur de l'édifice micellaire ; les complexes protéiques formés au cours du traitement thermique gélifient à des pH résulte une très nette augmentation de la fermeté du coagulum ce qui limite la synérèse (amélioration de la rétention d'eau et amélioration la texture du yaourt et sa stabilité . ces objectifs conduisent à des couples (temps / température) très supérieure à ceux nécessaire à la seule destruction des germes pathogènes 30 min/85°C-105°C/10s (**Luquet ,1990**).

9.5. Fermentations

L'ensemencement d'une culture de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* doit se faire à un taux assez élevée pour assurer une acidification correcte. Il varié selon la vitalité des cultures entre 1 et 7 % dans un rapport *Streptococcus thermophilus* / *Lactobacillus bulgaricus* de 1.2 à 2 pour les yaourts naturels et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**Boudier J.F, 1990**)

L'ensemencement direct a partir de bactérie lactiques concentrées congelées se fait des taux de l'ordre de 0,03%. Les deux espèces *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* vivent en symbiose et en synergie. Lors de leur croissance, elles dégradent le lactose en acide lactique, entraînant une baisse de pH et la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles.

Lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,7 et 4,3 un refroidissement en deux temps (rapide jusqu'à 25°C, puis plus lent jusqu'à 5°C) est appliqué afin de stopper la fermentation, en effet, l'activité des bactéries lactiques est limitée pour des températures inférieures à 10°C (**Tamime A, 1999**)

9.6. Incubation

La température d'incubation et les cinétiques d'acidification qui en découlent conditionnent le niveau de déminéralisation et de déstructuration des micelles de caséine au pH de gélification et en conséquence les propriétés texturales. Cet effet résulte du fait que l'acide lactique produit à l'extérieure des micelles est immédiatement dissocié en lactate et proton (pH=3.9). Pour les yaourts fermes le mélange incubé en pots, pour yaourt brassé incubé en cuve, 42-45°C pendant 2h 30min à 3h 30min.

L'objectif de cette phase est d'atteindre une acidité 70-80°D dans le cas des yaourts étuvés et de 100 -120°D pour des yaourts brassés (**Romain et al, 2008**).

9.7. Arrêt de la fermentation

Lorsque l'acidité atteint un certain seuil (70-80°D) dans le cas des yaourts étuvés. Il est nécessaire de bloquer l'acidification en inhibant le développement des bactéries lactiques. Pour cela on abaisse considérablement la température. C'est la phase dite de refroidissement. Elle est conduite différemment selon le type de produit. Les yaourts traditionnels au sortir de l'étuve sont mis à refroidir dans des chambres froides fortement ventilées ou comme c'est le cas de plus fréquemment, passent dans des chambres froides à +2 +4°C (**Luquet, 1990**)

9.8. Conditionnements

C'est la phase ultime de fabrication. Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types d'emballage : les pots en verre et les pots en plastique. Ces pots, peuvent être soit fabriqués dans des usines spécialisées en plastique. Le formage des pots à partir des films d'emballage chlorure de polyvinyle PVC. Le remplissage et le dosage des pots (c'est à ce niveau que peut se faire l'ajout des extraits (fruit, le sucre.) (**Daniel et al, 2010**).

1. Caractéristiques nutritionnelles du yaourt

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

Les bactéries lactiques spécifiques (*Streptococcus salivarius thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*) restent vivantes dans le tube digestif et transforment les constituants du lait fermenté en améliorant leur digestivité. En effet, les laits fermentés et le yaourt ont une digestion plus aisée que le lait. Le sucre du lait (le lactose), pour être digéré a besoin d'une enzyme particulière qui est la lactase. Dans les produits laitiers fermentés, ce sucre est décomposé par les microorganismes lors de la fermentation.

Le tableau ci- dessous indique la teneur moyenne des différents types de yaourt.

Tableau 03 : Teneur moyenne du yaourt pour 100g de produit

	Teneur moyenne pour 100g de produit							
	Protides g	Lipides g	Glucides g	Calcium mg	Sodium mg	Potass mg	Phosph mg	Valeur Energique KCalories
Yaourt nature	4.15	1.2	5.2	174	57	201	114	48
Yaourt au lait entier	3.8	3.5	5.3	171	56	206	112	68
Yaourt nature 0%	4.2	Traces	5.4	164	55	180	100	39
Yaourt nature sucré	3.8	1.1	14.5	160	52	195	105	83
Yaourt brassé nature	3.75	1.65	14.5	140	50	190	110	88
Yaourt brassé aux fruits	3.1	2.7	16.5	140	45	180	100	103
Yaourt au lait	3.6	traces	17.2	140	45	180	100	84

(Cayot P, Lorient D. 1998)

2. Qualité du yaourt

2.1. Aspects physico-chimique : Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes

- Couleur blanche et uniforme.
- Goût franc et parfum caractéristique.
- Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé). (**Pacikora, 2004**)

2.2. Aspects hygiéniques

Selon la norme nationale de 1998. N°35 parue au journal officiel, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène.

Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables.

Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (**Larpen et Bourgeois, 1989**).

Tableau04 : Critères microbiologiques du yaourt (**pierre, 2003**)

Micro-organismes	Nbre de micro-organisme par ml
Coliformes totaux à 30°C	≤10
Coliformes fécaux à 44°C	≤1
Staphylococcus aureus	Absence
Salmonelles (dans 25g)	Absence
ASR	Absence
Levure et moisissures	≤ 10 UFC

3. Défauts et altérations du produit

Comme l'élaboration du yaourt fait intervenir plusieurs étapes clés ou la fermentation et la formation du gel doivent être minutieusement dirigées et surveillées, il est fréquent que des altérations de goût, d'apparence et de texture apparaissent et dont certaines sont préjudiciables à la qualité finale de produit (Luquet, 1985). **Tableau 05**

Tableau 05 : Défauts de goût des yaourts

Nature	Cause
Amertume	-Trop longue conservation -Activité protéolytique trop forte des ferments. -Contamination par des germes protéolytiques
Goût levure, fruité, alcool	-Contamination par des moisissures. -fruits de mauvaise qualité pour les yaourts aux fruits.
Gout plat, absence d'arôme	-Mauvaise activité des levains (déséquilibre de la flore, incubation trop courte ou trop basse température). -Teneur en matière sèche trop faible.
Manque d'acidité	-Mauvaise conduite de la fermentation. -Taux d'ensemencement trop fort. -Incubation trop élevée. -Refroidissement pas assez poussé, -Trop lent conservation à trop haute température.
Rancidité	-Contamination par les germes lipolytiques -Traitement thermique trop faible
Goût farineux de poudre	-Poudrage trop poussé
Goût oxydé	Mauvaise protection contre la lumière (pots en verre). -Présence de métaux (fer cuivre)
Goût aigre	-Mauvais conduit des levains -Contamination par une flore lactique sauvage –coliformes.
Goût de cuit	-Traitement thermique trop sévère.
Goût gras	-Teneur en matière grasse trop élevée.

Tableau 06 : Défauts de Texture des yaourts.

Nature	Causes
Déculottage	-Agitation ou vibration pendant le transport faisant suite à un refroidissement mal conduit en chambre froide (pour le yaourt ferme).
Manque de la fermeté pour un yaourt étuvé	-Ensemencement trop faible, -Mauvais incubation (temps et ou température trop faible) agitation avant complète coagulation. -Matière sèche trop faible
Trop filant	-Mauvais ferment (trop filant) -température d'incubation trop faible.
Texture sableuse	-Chauffage du lait trop important, -Homogénéisation à température trop élevée, -Poudrage trop fort. -Mauvais brassage. -Acidification irrégulière et trop faible.
Texture granuleuse	-Mauvais brassage, -Teneur en MG trop élevée -Mauvais choix des ferments

Tableau 07 : Défauts d'apparence des yaourts

Nature	Causes
Décantation synérèse	-Sur acidification ou post acidification (mauvaise conduite de la fermentation) -Température trop élevée pendant le stockage. - Conservation trop longue. -Refroidissement trop faible. -Agitation trop poussée et admission exagérée d'air (pour le yaourt brassé). Agitation des yaourts (yaourt ferme). -Mauvaise adjonction des fruits ou des pulpes de fruit -Teneur en MS trop faible
Production de gaz	Contamination par des levures et des coliformes
Colonies en surface	Contamination par des levures et des moisissures

Couche de crème	mauvaise ou absence d'homogénéisation
Produit sur le couvercle	Mauvaise manutention
Produit non homogénéisé	Mauvaise agitation dans le cas des yaourts aux fruits.

4. Conservation des yaourts

4.1. Condition et durée légale de conservation

Basé sur le niveau d'hygiène, la qualité microbienne des ingrédients et des matériaux d'emballage, la durée de conservation du yaourt est autour de trois semaines aux conditions de réfrigération. Le yaourt est toujours en danger de dégradation protéolytique par la protéolyse du lait qui peut se produire pendant l'entreposage au froid due à la croissance des bactéries psychrotrophes (FAO, 1995).

Plusieurs techniques sont utilisées pour garder et améliorer la qualité du yaourt à savoir la congélation, l'utilisation du gaz, l'addition des préservateurs et la stérilisation par la chaleur mais la réfrigération reste toujours la méthode la plus connue pour contrôler l'activité métabolique des ferments et leurs enzymes dans le yaourt au cours du stockage (Adam et Mass, 1999).

4.2. Qualité du yaourt au cours de la conservation

Si le maintien de yaourt au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement son activité métabolique. Le yaourt montre des modifications durant toute la durée de conservation, ce qui altère sa qualité (Dave et shah, 1998).

5. Intérêt du yaourt sur la santé

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait

Protéines : 4 à 5%

Lipides : 5 à 20 selon qu'ils soient nature ou sucré.

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait (Romain, 2008).

5.1. Amélioration de l'absorption du lactose.

Le lactose est l'élément le plus concerné par ces modifications puisque 30% du lactose est transformé en galactose et acide lactique par action des bactéries lactiques. La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactose.

Deux hypothèses ont été avancées afin d'expliquer ce phénomène.

-induction par les bactéries vivantes de l'activité lactique de la muqueuse intestinale ;
- libération de lactose (β galactosidase) lors de la destruction des bactéries lactiques pendant le transit ; cette enzyme serait libérée dans l'intestin grêle et garderait une activité permettant l'hydrolyse du lactose pendant au moins 12 heures (**Romain, 2008**).

5.2. Amélioration de la digestibilité des protéines.

Le yaourt est plus digeste que le lait non fermenté et contient deux fois plus d'acides aminés libres. Cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries.

5.3. Amélioration de la digestibilité des matières grasses

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques, soit peu élevée, il y a une augmentation significative de la teneur en acides gras libres dans le yaourt. De plus l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules.

5.4. Activité antimicrobienne

Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été démontré par de nombreux auteurs. En do hors de l'acide lactique. Les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobienne et des prébiotiques ; notamment des oligo- saccharides. (**Driessen ,1981**)

5.5. Stimulation du système immunitaire

L'effet immunorégulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribué au *L. bulgaricus*.

6. Effet de la composition microbiologique du yaourt sur la santé

6.1. Effet du yaourt sur la digestion du lactose

Une relation de cause à effet a été établie entre la consommation de bactérie vivantes du yaourt et l'amélioration de la digestion du lactose, cause de l'intolérance au lactose chez l'homme, a été attribuée à des quantités insuffisantes de la lactase intestinale.

Effet sur le microbiote : avec l'espérance de vie des populations européennes qui ne cesse d'augmenter, « bien vieillir » se pose comme un défi. Une étude a été menée sur l'effet de la consommation de yaourt chez des personnes âgées. Une baisse significative des clostridia a été observée (**Canzi et al. 2002**), ce qui est considéré comme bénéfique pour la santé car les clostridia-gènèrent des produits de putréfaction potentiellement toxique pour la muqueuse colique.

Effet sur les diarrhées et les infections intestinales : l'administration de yaourt à 112 enfants ne souffrant pas de malnutrition (âge de 3 à 24 mois) permet de réduire la durée et la fréquence des diarrhées non sanglantes (**Boudraa et al., 2001**) quand celles-ci ne sont pas causées par une intolérance au lactose. D'autre part, l'administration de yaourt semble aussi efficace et moins coûteuse que l'administration du probiotique *Saccharomyces boulardii*. Des études réalisées chez les animaux montrent que la consommation de yaourt ne protège pas contre la salmonellose, mais réduit considérablement la mortalité et la perte de poids chez des rats. Une réduction de la mortalité a aussi été observée chez des souris infectées avec *Salmonella typhimurium* par une alimentation riche en yaourt (**Simone et al. 1998**)

6.2. Stimulation du système immunitaire

Des études portant sur l'effet du yaourt sur l'immunité ont montré à la fois un effet pro-inflammatoire et anti-inflammatoire et cela est probablement relié aux différentes souches utilisées.

6.3. Prévention du cancer

Une étude clinique (sur une période s'étalant jusqu'à 12 ans) a montré que la consommation de yaourt réduit les risques de cancer colorectal en particulier des hommes (**Pala et al. 2011**).

Chez des souris, la consommation de yaourt peut prévenir du risque du cancer du côlon en exerçant une activité anti-tumorale et ce en augmentant l'apoptose (**Leblance et Perdigon, 2004**).

Prévention des maladies inflammatoires : dans le cas de maladies inflammatoires de l'intestin telles que la maladie de Crohn ou les colites ulcéraives, l'administration de yaourt pendant la période de rémission prévient la récurrence de l'inflammation sans pour autant avoir des effets secondaires indésirables chez des souris (**Chaves et al. 2011**).

Effet antigrippe : chez des souris, le yaourt, et plus particulièrement les exo-polysaccharides acides excrétés par *L. bulgaricus*, exerce un effet antigrippe (**Nagia et al, 2011**).

L'ensemble de ces données sur le yaourt mettent en avant ses atouts nutritionnels ainsi que les bénéfices de ses ferments sur la santé

1. Production des dattes dans le monde

La production mondiale de dattes est d'environ 7 millions de tonnes par année et a plus que doublé depuis les années 1980. Cela place la datte au 5^{ème} rang des fruits les plus produits dans les régions arides et semi-arides. D'après la F.A.O, la production mondiale de dattes est estimée à 7.62 millions de tonnes en 2010. Les principaux pays producteurs de dattes les plus importants sont : l'Égypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, les Émirats arabes, l'Irak, le Pakistan et l'Algérie et le Soudan. Selon les données de la FAO, l'Algérie serait le quatrième producteur mondial de dattes. Du point de vue quantitatif, la production algérienne représente 7% de la production mondiale, mais du point de vue qualitatif, elle occupe le premier rang à la variété Deglet- Nour, la plus appréciée mondialement (FAO., 2010).

Tableau 8 : Production mondiale de dattes (FAO., 2010)

Production de dattes en tonne (t)	
Pays /Années	2010
Monde	7.626.447.60
Afrique	3012389.00
Algérie	710000.00
Égypte	1.352.950.00
Libye	161.000.00
Niger	39.684.00
Maroc	119.360.00
Soudan	431.000.00
Tunisie	145.000.00
Asie	4567126.60
Iran	1.023.130.00
Irak	566.829.00
Arabie Saoudite	1.078.300.00
Émirats arabes	775.000.00
Amérique	30.811.00
Mexique	4.150.00

2. Production de la datte en Algérie

L'Algérie est l'un des plus importants pays producteurs de dattes. La production est estimée à 492.217 tonnes dont 244.636 tonnes (50 %) de dattes demi molles (Deglet-Nour) est très apprécié par les consommateurs (MA/DSAEE., 2001), 164.453 tonnes (33 %) des dattes sèches (Degla Beida et analogues) et 83.128 tonnes soit 17 % des dattes molles (Ghars et analogues). Actuellement, la palmeraie algérienne est constituée de plus de 11 millions de palmiers répartis à travers 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf (BUELGUEDJ., 2007).

Près de 58.14% de la production nationale de dattes est réalisée par les deux wilayas suivantes : El-Oued (29.54%) et Biskra (28.6%) (ANONYME., 2002). Les cultivars sont le fruit de la sélection paysanne, ils sont qualifiés de "variétés locales". Deglet Nour pour sa haute qualité et son appréciation à travers le monde (HANNACHI et al. 1998).

3. Généralités sur le palmier dattier *Phoenix dactylifera L.*

Le palmier dattier: *Phoenix dactylifera L.* provient du mot « *Phoenix* » qui signifie dattier chez les phéniciens et dactylifera dérive du terme grec « *dactylos* » signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (DJERBI., 1994).

C'est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des *Arecaceae* qui compte environ 235 genres et 4000 espèces (MUNIER., 1973)

.Le palmier est une composante essentielle de l'écosystème oasien (TOUTAIN, 1979), grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques, la haute valeur nutritive de ses fruits, les multiples utilisations de ses produits (BOUSDIRA et al., 2003 ; BAKKAYE., 2006) et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes (EL HOMAIZI et al., 2002).

Comme toutes les espèces du genre *Phoenix*, il existe des arbres mâles appelés communément dokkars ou pollinisateurs et des arbres femelles Nakhla (CHAIBI., 2002).

C'est une espèce arborescente connue pour son adaptation aux conditions climatiques trop sévères des régions chaudes et sèches (BOUGUEDERI et al. 1994).

En général, les palmeraies algériennes sont localisées au Nord-Est du Sahara au niveau des oasis où les conditions hydriques et thermiques sont favorables (GHAZI et SAHRAOUL., 2005).

Le palmier dattier commence à produire les fruits à un âge moyen de cinq années, et continue la production avec un taux de 400-600 kg/arbre/an pour plus de 60 ans (IMAD et al. 1995).

4. Répartition géographique du palmier dattier en Algérie

En Algérie, Le palmier dattier est cultivé au niveau de 17 wilayas seulement (MESSAID., 2007).

La superficie occupée par le palmier dattier couvre 103.129ha. Elle diffère d'une wilaya à une autre. La superficie la plus importante concerne les wilayas de Biskra et d'El-Oued atteignant toutes les deux 53.533ha soit 52%, soit plus de la moitié de la superficie totale par le palmier dattier (MAKHLOUFI., 2010).

Tableau 9 : Nombre de palmier dattier en Algérie (NOUL., 2007)

Wilaya	Deglet-Nour (dattes molles)	Ghars et analogues (dattes demi- molles)	Degla-Beïda et analogues (dattes sèche)	Total palmier dattier
Adrar	0	0	2 150 904	2 904 150
Laghouat	8 470	7 650	11 580	27 700
Batna	700	3900	21270	25 870
Biskra	1 964 460	436 530	748 200	3 149 190
Bechar	5 650	0	0	770 030
Tamanrasset	2 940	0	0	417 140
Tébessa	49 550	49 550	10 650	68 970
Djelfa	2 610	860	210	3 680
M'sila	0	0	18 000	18 000
Ouargla	1 092 330	783 850	193 130	2 310 069
El-Bayad	0	45 900	0	193 130
Illizi	2250	16 340	73 030	91 620
Tindouf	350	24 250	0	24 600
El-Oued	1 884 030	703 330	296 300	2 660 883
Khenchela	21 290	44 880	7370	73 460
Naama	0	19 600	2600	22 200
Ghardaïa	377 100	154 400	378 900	910 400
Total	3 559 930	1 660 761	4 048 710	13 505 880

5. Dattes

5.1. Description de la datte

a. Aspect botanique

La datte est le fruit du palmier dattier, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair. La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de :

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue ;
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (**ESPIARD., 2002**).

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées (**DJERBI., 1994**).

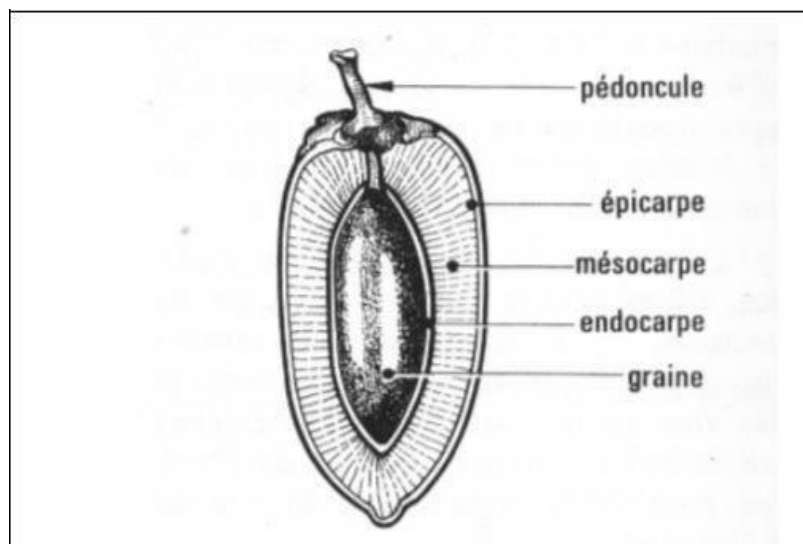


Figure 2 : Coupe longitudinale d'une datte (**RICHARDE., 1972**)

6. Les variétés des dattes

Elles sont très nombreuses et se différencient par leurs saveurs, consistances, formes, couleurs, poids et dimensions (**BUELGUEDJ., 2002**).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes et les principales variétés cultivées sont :

6.1. Deglet-Nour

Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présentant une texture fine légèrement fibreuse (**HANACHI et al, 1998**).

6.2. Variétés communes

Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (**HANACHI et al, 1998**).

7. Qualités nutritionnelles des dattes

La datte fraîche, quand elle arrive à maturité, est un fruit fragile et délicat à transporter. C'est en partie pour cette raison qu'elle est séchée (de 70% d'eau pour la datte fraîche elle passe à 20%). Sa valeur énergétique est de 287 Kcal par 100 g.

Elle est très riche en sucres (glucose, fructose, saccharose). Elle contient également des vitamines (B2, B3, B5, B6), une faible quantité de vitamine C ainsi que des sels minéraux (potassium, calcium). Elle est également riche en chrome (faisant passer l'envie de sucre), ainsi qu'en fibres.

Tableau 10 : Composition chimique des dattes

	Dattes séchée dénoyautée 25g (3 petits fruits)	Dattes fraîche medjool dénoyautée 24g
calorie	70	66
Protéine	0.6	0.4
Glucides	18.7	18.0
Lipides	0.1	0.0
Fibres alimentaires	2.0	1.6
Charge glycémique	Forte	
Pouvoir antioxydant	Très élevé	

8. Transformation artisanale des dattes

La transformation traditionnelle des dattes est très prisée et pratiquée par la population locale, l'expansion de cette activité artisanale contribuerait à la stimulation des nouveaux marchés, et par voie de conséquences l'extension du secteur du palmier dattier. La connaissance des caractéristiques des variétés existantes pour envisager une meilleure valorisation (**HAFFAS., 2006**).

De nombreux produits sont élaborés à base de dattes pour différentes utilisations : pour alimentation (produits de laits fermentés, gâteaux, miel, farine, jus confiture...), la pharmacopée (soins divers), les cosmétiques : fard, masques, khol pour les yeux...). Ces produits qui remontent à l'antiquité, sont toujours sauvegardés, développés et améliorés (**HAFFAS., 2006**).

8.1. Transformation industrielle

Malgré les nombreux travaux de recherche sur la transformation de la datte et des coproduits du palmier, dans l'état actuel des choses il n'y a dans notre pays aucune unité de transformation industrielle en production (**HAFFAS., 2006**).

Tous les travaux ont été réalisés précédemment dans quelques Universités Algériennes structures de recherche à travers l'Algérie et qui rentrent dans le cadre de la transformation et valorisation des dattes non commercialisables ou de faible valeur marchande comme matière première pour la production d'autres produits à forte valeur ajoutée

.

9. Dérivé des dattes

9.1. Jus de dattes

Traditionnellement, la préparation de jus de datte (nabith) se fait par le trempage des dattes dans l'eau

En industrie des boissons, le jus de datte est introduit additionné sur des acides organique et des agents aromatique afin de corrige le léger goût de bière (**Bengueneb et tabet, 2007**).

9.2. Farine de datte

Les dattes macérées sont séchées à moins de 5% d'humidité, on obtient ainsi une farine de couleur claire, d'odeur agréable. Elle est utilisée essentiellement en biscuiterie et pâtisserie (ketroucl, 2014).

9.3. Sirop de datte

Le sirop de datte, également appelé miel de datte, est un sirop sucré foncé (mélasse de fruit) obtenu à partir d'extrait des dattes et typique de la cuisine arabe. Il est appelé Rob AL-Tamar dans le monde arabe.

Le sirop est préparé à base des dattes cuites dans l'eau, puis filtrées. Le jus extrait est concentré par cuisson à feu doux jusqu'à l'obtention d'un liquide coloré et sirupeux.

Le sirop contient principalement des sucres, dont le saccharose, le glucose et le fructose. Les mélanoidines et les complexes de ferpolyphénol sont responsables de la couleur foncée du sirop (ketroucl, 2014).

9.3.1. Composition de sirop

Le sirop ou miel de datte est riche en éléments minéraux (calcium, magnésium, cuivre, sodium, phosphore, zinc, sélénium) en plus du sucre, et les vitamines qui sont bénéfiques pour le corps (A, B1, B2, C).

Ce produit considéré très énergétique est recommandé aux femmes enceintes avant et après l'accouchement, au bébé, aux enfants, aux athlètes, aux couples.

10. Classification des dattes

D'après ESPIARD (2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories : dattes molles, dattes demi-molles et dattes sèches de consistance dure.

En 1973, MUNIER définit un indice «r» de qualité ou de dureté comme étant le rapport entre la teneur en sucre sur la teneur en eau des dattes.

$$r = \frac{\text{Teneur en sucre}}{\text{Teneur en eau}}$$

Le calcul de cet indice permet d'estimer le degré de stabilité du fruit et conduit à la classification suivante :

- **dattes molles** : $r < 2$
- **dattes demi - molles** : $2 < r < 3,5$
- **dattes sèches** : $r > 3,5$

Pour $r = 2$ la stabilité du fruit est optimale et son aptitude à la conservation est très appréciable.

Les dattes sont regroupées en trois catégories suivant leur consistance ; cette classification, établie par les américains est valable pour les variétés d'Algérie :

- * Dattes molles de texture fibreuse et aqueuse ; Ghars, Hamraia, Litima.....etc.
- * Dattes demi-molles : Deglet Nour, Arechti...etc.
- * Dattes sèches ou dures qui durcissent sur l'arbre et ont une texture farineuse ; telle que Mech-Degla, Degla Beïda...etc (DAAS AMIOUR., 2009).



Figure 3 : Classification de dattes selon leurs consistances (ABSI., 2010)

1. Objectifs

Ce travail expérimental consiste à suivre l'effet de sirop de datte très largement consommé par la population algérienne sur la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt étuvé au cours de fermentation et durant 21 jours, la phase de post acidification de conservation des produits à 4°C.

2. Matière végétale

2.1. Objectif

Dans ce travail a essayé de fabriquer un jus de dattes à partir des déchets de datte additionnée des laits fermentés types yaourt étuvé pour rechercher des meilleures caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques de ce produit. L'objectif visé dans cette étude est la valorisation de ces déchets de dattes par transformation traditionnelle de sirop de datte (Rob)

2.2. Echantillonnage

La variété des dattes utilisée dans notre étude est des déchets de dattes qui ont été achetées du marché de Ghardaïa de 23/03/2018.

Le choix de cette variété est justifié par les critères suivants :

- Sa qualité gustative, son abondance au niveau nationale et sa facilité de conservation
- Datte sèche ayant une valeur technologique importante (une faible teneur en eau qui est inférieur de 20%).
-
- Produit disponible et faible valeur marchande.

2.3. Préparation du sirop de datte traditionnelle

- Les dattes (*phoenix dactylifera, L*) prélevées du marché de Ghardaïa, sont tout d'abord, débarrassées, de toutes impuretés et dénoyautées.
- A des prises de 2 kg des dattes successivement dénoyautées sont ajoutées 10 L d'eau minérale. Les mélanges sont mis à ébullition durant 2 heures et 30 minutes de temps à une température de 100°C.
- Au cours de l'évaporation des quantités d'eau peuvent être rajoutées, est ce que vous avez fait une filtration par des papiers filtre
- Mis à ébullition jusqu'à la formation d'un sirop de datte sans addition de la dose du saccharose.

3. Protocole expérimental

Le lait cru de vache utilisé dans la fabrication des laits fermentés type yaourt étuvé expérimentale a été acheté à l'état cru dans la région de Mostaganem

Puisensemencés à 45°C avec les souches spécifiques du yaourt directement de 3, il est où le rapport 0.3g/L, est un rapport de souches *Streptococcus thermophilus* sur *Lactobacillus bulgaricus*, avec 80 g de saccharose.

Le lait mélangé est ensuite fractionné dans des pots de 100 ml.

Les sirops de datte sont ajoutés au cours de la préparation de lait fermenté à un taux de 0%, 2.5% et 5%, respectivement.

Les pots de 100 ml des différentes préparations sont sertis avec du papier aluminium et orientés la fermentation pendant 3 à 4 heures dans une étuve réglée à 45°C. Enfin de coagulation, les échantillons sont conservés au froid à 4°C pendant 21 jours.

4. Préparation de yaourt

Notre yaourt a été fabriqué au sien du laboratoire de la faculté du SNV de l'université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem dont le mode expérimental est suivant :

- Faire chauffer un litre lait cru (1L).
- Le laisser tiédir jusqu'à environ 44-46 °C.

- Inoculer directement avec un ferment en poudre (sachets), On procède à l'adjonction simultanée de ferments *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* avec un taux de 0.03%.
- Le laitensemencé est réparti dans des pots stériles (8 pots) de capacité de 50 ml recouverts d'un film aluminium pour assurer l'anaérobiose.
- Incuber les échantillons à 45°C pendant 3 heures.
- Les yaourts sont conservés à 6°C au réfrigérateur durant toute la période de conservation.

4.1. Diagramme de fabrication de yaourt.

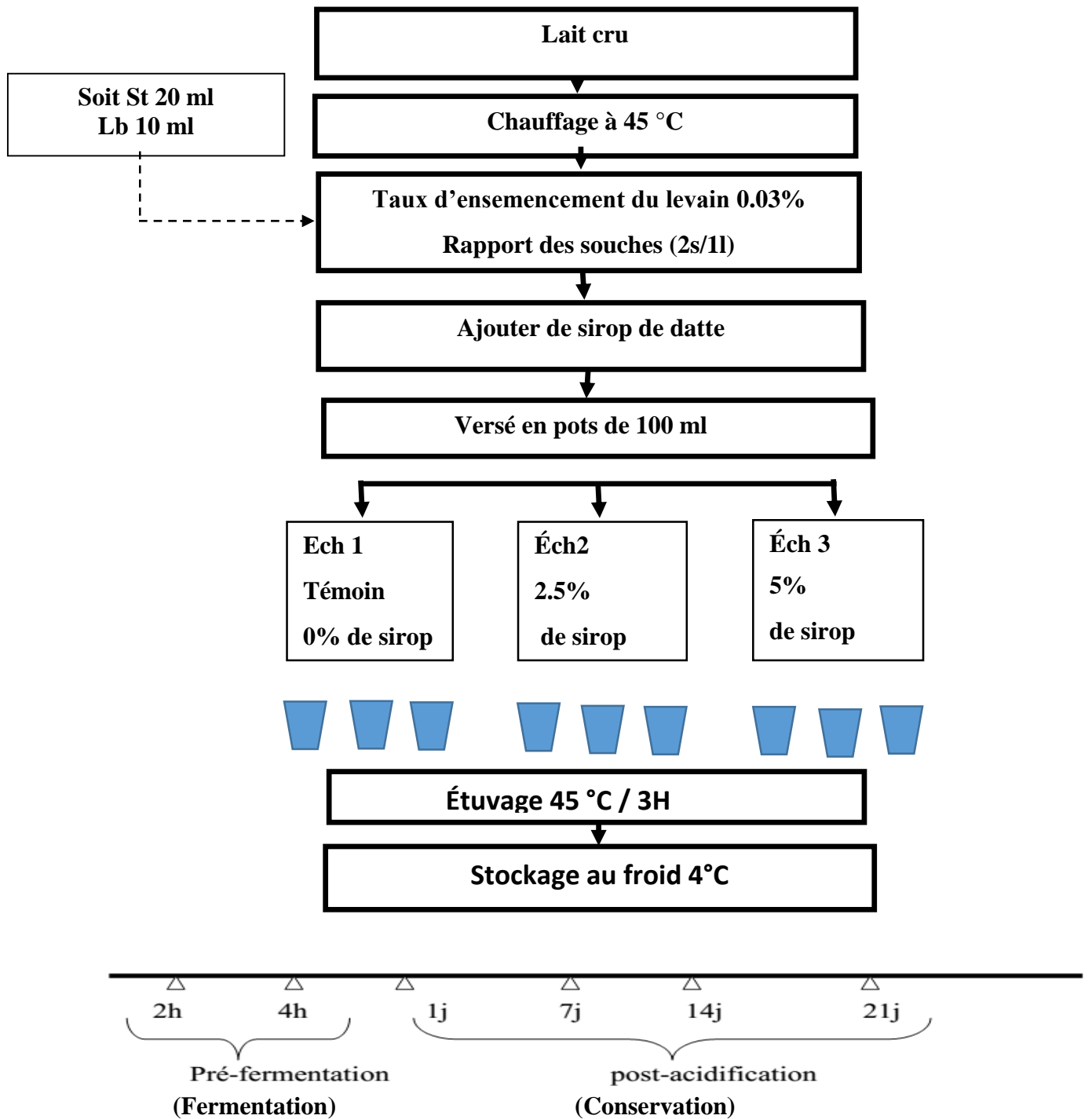


Figure 4 : Diagramme de fabrication des laits fermentés

Tableau 11 : Condition de préparation des laits fermentés expérimentaux.

Désignation	Témoin 0%	2.5% de sirop	5% de sirop
Rapport des souches	2S/1L	2S/1L	2S/1L
Taux d'ensemencement des souches 3%	0.3g	0.3g	0.3g
Taux d'incorporation du sirop de dattes	0 ml	2.5 ml	5 ml
Nombre de pots de 100 ml	3	3	3

5. Analyses expérimentales

5.1. Analyse physico-chimiques

5.1.1. Acidité Dornic

L'acidité Dornic du yaourt est exprimée en degré Dornic ou 1°D= 0.1 g d'acide lactique par litre.

Pour un yaourt le degré Dornic doit être de 80°D 100°D et pour le lait il doit être inférieur à 22°D.

Cet acide lactique est libéré par les ferments lors de la fermentation du yaourt. Cette molécule qui rend le pH du yaourt acide.



L'acidité est déterminée d'une façon précise par titration de 10 ml d'une prise de yaourt à l'aide d'une soude caustique Na OH préparée à 1/9N en présence de 4 à 5 gouttes de

phénophtaléine. (**Annexe1**), jusqu'au virage de la coloration au rose correspondant à la zone d'équivalence.

Le volume de Na OH ainsi obtenu est noté en ml puis les résultats sont exprimés selon le calcul suivant :

$$^{\circ}\text{D} = V \cdot 0.9 \cdot 10$$

$^{\circ}\text{D}$: Acidité en degré Dornic

V : Volume de soude en ml

5.1.2. pH

Le dosage du pH est réalisé par un pH-mètre étalonné par des solutions étalons (**Milkas, 1993**). (**Annexe2**)

5.1.3. Viscosité

La viscosité est établie par l'utilisation d'un tube en verre de 15 mm de diamètre sur 15 cm de longueur équipé d'un chronomètre et d'une bille normalisé. La viscosité est déterminée par la formule : $v = k (c_1 - c_2) \times T$.

5.2. Analyses microbiologiques

5.2.1. Étude hygiénique

Il s'agit de contrôler la qualité microbiologique des différents échantillons par la recherche d'un certain nombre de germe selon les normes.

5.2.2. Préparation de l'échantillon et des dilutions

Pour les analyses microbiologiques, la solution mère est préparée en introduisant 10g de yaourt dans 9ml de TSE.

En suite des dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) sont effectuées en diluant 1ml du yaourt dans 9ml de tryptone-sel pour le dénombrement de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* (**Figure5**).

- ***Streptococcus thermophils*** : le dénombrement des germes est réalisé par culture d'une prise de dilution 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} sur un milieu de culture sélectif (M17) incubé à 37°C pendant 48 heures.
- ***Lactobacillus bulgaricus*** : le dénombrement des germes est réalisé par culture d'une prise de dilution 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} sur un milieu de culture sélectif (MRS) incubé à 37°C pendant 72heures
- ***levures et moisissures*** : le dénombrement des germes est réalisé par culture d'une prise de dilution 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} sur un milieu de culture sélectif (OGA) incubé à 25°C pendant 72 heures
- **Coliforme fécaux** : le dénombrement des germes est réalisé par culture d'une prise de dilution 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} sur un milieu de culture sélectif (VRBL) incubé à 44°C pendant 42H.

5.2.3. Diagramme de dilution.

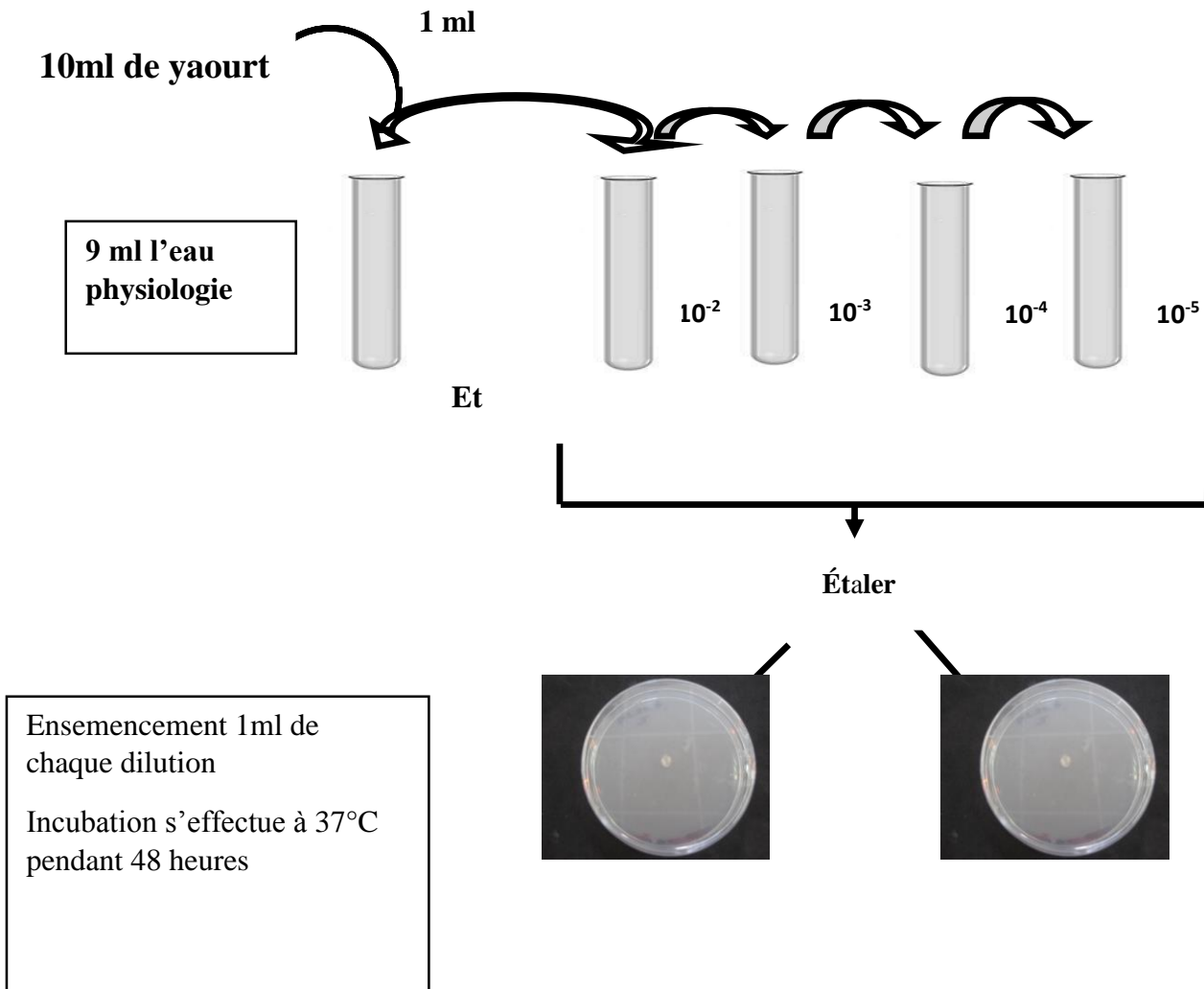


Figure 05 : Méthodes de dilution

6 Test organoleptique

6.1. Sujets

Le test de dégustation était réalisé par 23 personnes (femme et homme) âgées de 22 à 30 ans.

6.2. Environnement de la dégustation

Il est demandé aux de dégustateurs d'apprécier la qualité des produits, selon une échelle de notation variable de (1 à 10) selon les critères suivants

- **Goût** : consiste à apprécier l'ampleur de l'acidité développée par les germes lactiques ensemencés dans les produits au cours de leur entreposage.
- **Cohésivité** : consiste à déterminer la capacité maximale de déformation de l'échantillon avant de se rompre lorsqu'il est écrasé entre les doigts.
- **Adhésivité** : exprime l'intensité des forces inter faciales développées entre la surface de coagulum et la surface d'une cuillère lors d'une prise du produit.
- **Odeur** : le panéliste doit vérifier s'il y a un dégagement d'une odeur de pétrification des produits lors de la conservation au froid à 4°C.
- **Couleur** : le paneliste est appelé à apprécier la couleur du produit.
- **Goût fraîcheur** : consiste à apprécier l'ampleur de la sensation de fraîcheur lors de la mise en bouche du produit.

7. Traitement statistiques

Les résultats paramétriques vont être traités statistiquement par une analyse de variance mono factorielle en randomisation.

Pour le test organoleptique les résultats vont être statistiquement traités par le test non paramétrique de Fridman (**Stat Box**).

1. Analyses physico-chimiques

Lors de la vente, la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8g. De plus, le pH du yaourt doit être autour de 4 (SEYDI M., 2002)

1.1.pH

Durant toute la période de post-acidification, les moyennes des valeurs du pH marquent une légère croissance pH=4.16 et pH=4.18 respectivement durant le 1^{er} et 7^{ème} jours, puis les valeurs sont légèrement resté stable à pH=4.18 au 14^{ème} et 21^{ème} jours de conservation(Figure06)

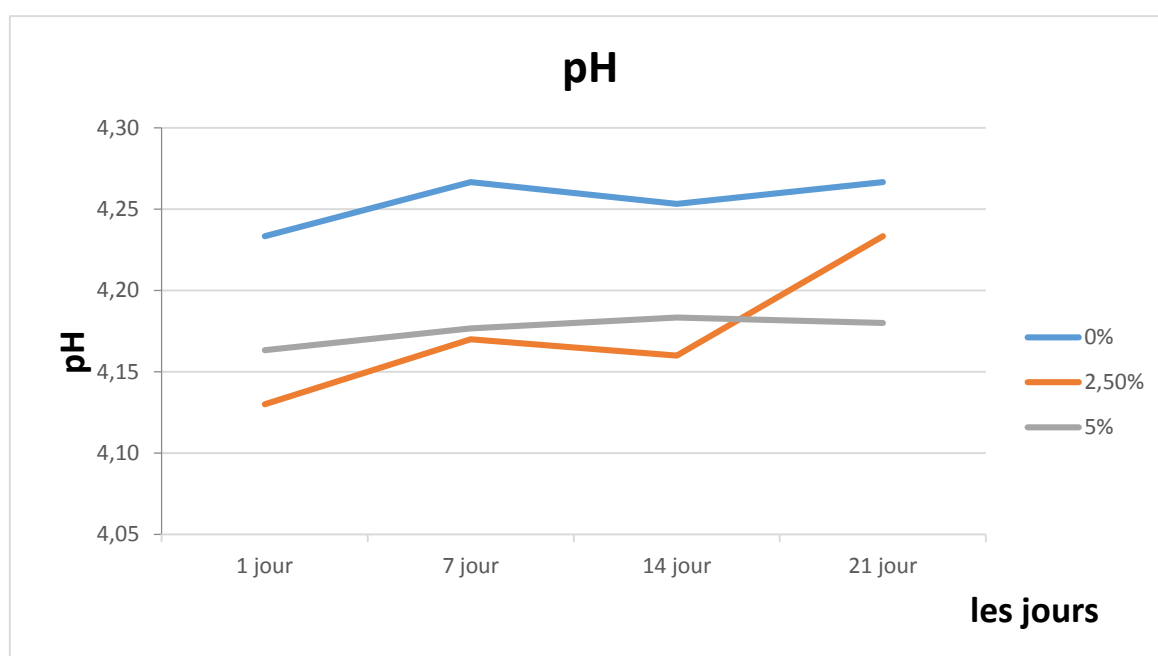


Figure 06 : Evolution du pH des laits fermentés au sirop des dattes durant la période de conservation.

Interprétation

Au cours de cette période les valeurs moyennes de pH varient de (4.23 à 4.27) de (4.13 à 4.23) et de (4.16 à 4.18) durant le 1^{er}, 7^{ème}, 14^{ème} et 21^{ème} jours de stockage des yaourts, successivement.

Tableau 12 : Effet d'addition de sirop de datte sur le pH des laits fermentés.

1 er jour			7 émé jour			14 émé jour			21 émé jour			Effet de dose	Effet de jour
0%	2.5 %	5%	0%	5%	5%	0%	2.5 %	5%	0%	2.5 %	5%		
4.23	4.13	4.16	4.26	4.17	4.17	4.25	4.16	4.18	4.26	4.23	4.18	s	s
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±		
0.006	0	0.012	0.012	0	0.006	0.032	0	0.012	0.012	0.012	0.012		

Les résultats sont représentés en moyennes suivis de l'écart types; * :effet significatif du facteur étudié ;NS : effet non significatif du facteur .

1.2.Acidité

Au cours de la phase de post acidification, l'évolution de l'acidité des laits fermentés est caractérisée par une augmentation remarquable de 89.67 °D, après diminution à 73.33 °D au 21 jours du concentration 0%.

Puis la concentration 2.5% caractérisée par une augmentation au cours de la conservation à 83.33°D, et les valeurs moyennes de la concentration 5%, reste stable à 82°D. (figure08)

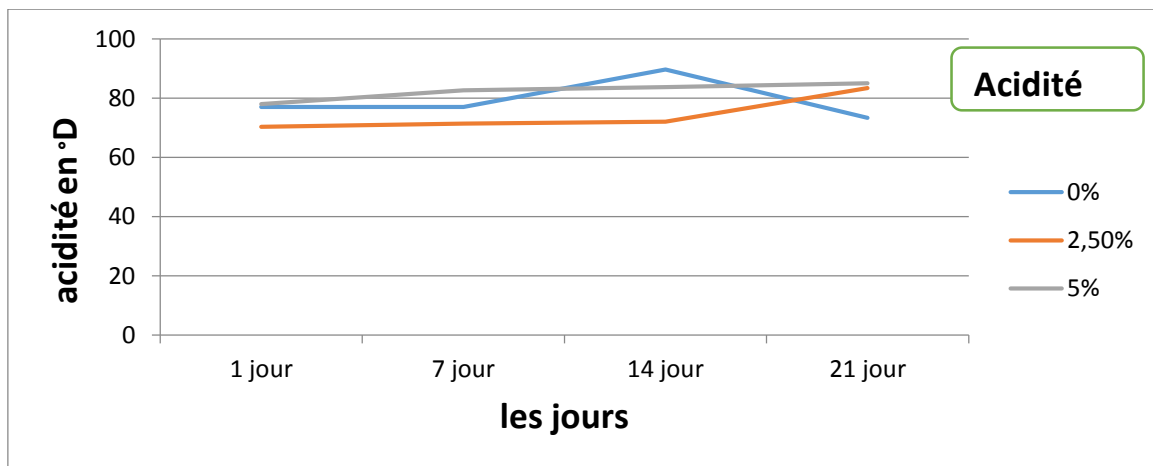


Figure 07 : Evolution de l'acidité Dornic de lait fermenté au cours de conservation en (°D)

Au cours de la période de post-acidification, les laits fermentés additionnée de sirop de datte de concentration 5% enregistrent des valeurs d'acidité plus élevées 85°D que ceux préparés avec les deux concentrations 0% et 2.5% de 73.33°D et 83.33°D, respectivement.

Tableau 13 : Effet d'addition du sirop de datte sur l'acidité (°D) des laits fermentés.

1 er jour			7 émé jour			14 émé jour			21 émé jour			Effet de dose	Effet de jour
0%	2.5%	5%	0%	2.5%	5%	0%	2.5%	5%	0%	2.5%	5%		
77	70.33	78	77.33	71.33	82.66	77.33	72	83.66	79	77	85		
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	*	*
1.73	2.51	2	1.15	3.51	2.08	1.15	4	1.15	1	2.64	0		

Les résultats sont représentés en moyennes suivis d'écart types,* : effet significatif du facteur étudié ; NS : effet non significatif du facteur étudié

1.3.Viscosité dynamique

La viscosité des échantillons expérimentaux présentés dans la figure enregistre une évolution décroissante au cours de la conservation de 40.75 à 33.51g/ms en moyenne.

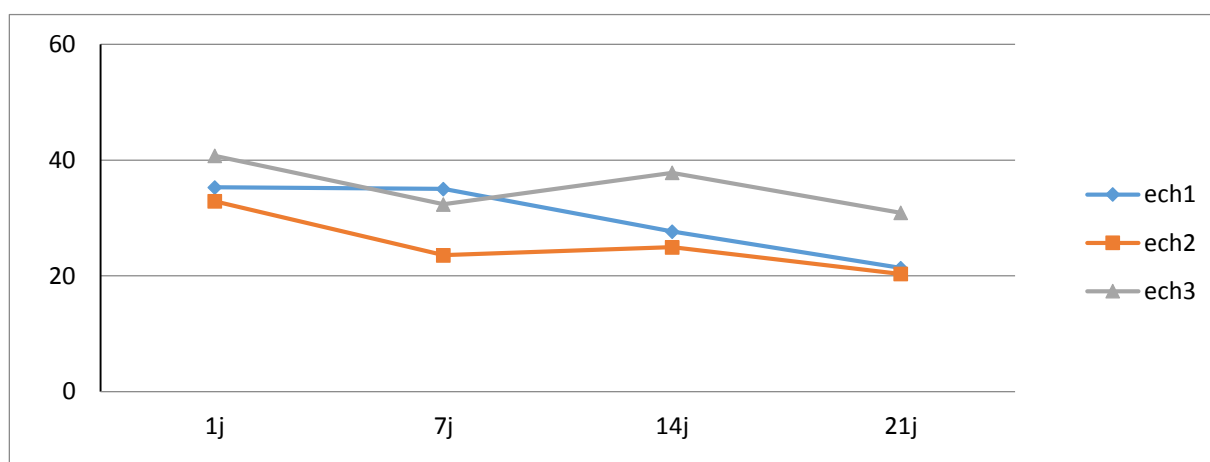


Figure 08 : Evolution de la viscosité (Kg/ms) du lait fermenté additionnés de sirop de dattes au cours de la post-acidification.

Interprétation

L'évolution de valeur moyenne de la viscosité des laits fermentés expérimentaux varie selon les types des solutions ajoutées, dont la viscosité enregistrée dans les produits additionnée du sirop de datte était plus viscosse.

Durant la deuxième semaine les valeurs moyenne de viscosité des yaourts préparé avec l'ajout de sirop de datte enregistre une augmentation suivi par d'une baisse au cours de la dernière semaine de conservation par rapport au témoin.

Tableau 14: Effet d'addition du sirop de datte sur la viscosité des laits fermentés au cours de conservation.

1 er jour			7 émé jour			14 émé jour			21 émé jour			Effet de dose	Effet de jour
0%	2.5%	5%	0%	2.5%	5%	0%	2.5%	5%	0%	2.5%	5%		
35.31	32.89	40.75	35.02	23.58	32.38	27.68	24.96	37.83	21.36	20.34	30.89		
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	*	*
20.88	2.75	1.28	21.13	37.29	9.34	4.60	2.82	7.51	6.83	6.42	8.4		

Les résultats sont représentés en moyennes suivis d'écarts types, * : effet significatif du facteur étudié

2. Analyses microbiologiques

Le tableau 14 résumé l'évolution du nombre de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, coliforme fécaux, et levure et moisissure des laits fermenté additionné de sirop de datte effectué au 21^{ème} de la conservation.

Tableau 15 : Evolution des nombres des bactéries ($N.10^4$ UFC/ml) des laits fermentés par additionnés du sirop de datte.

Concentration Testes m.b	0%	2.5%	5%	Normes (UFC/ g)
<i>Streptococcus thermophilus</i>	128	91	33	$<10^8$
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	286	56	40	$<10^8$
Coliforme fécaux	00	00	00	<1
Levure et moisissure	abs	abs	abs	$<10^2$ absence

Au 21^{ème} jour, les normes de St sont diminuées à la manière décroissance avec la concentration d'ajout de sirop de datte de 94.10^4 UFC/ml.

Le nombre de Lb évolue d'une manière décroissante à 28.10^4 UFC/ml au 21^{ème} jour de conservation.

Les coliformes fécaux, levure et moisissure sont absences

3. Test organoleptique

3.1. Couleur

D'une manière générale, durant toute la période de post-acidification, les produits ont des meilleurs couleurs par l'augmentation de concentration du sirop de datte avec des moyennes des sommes des ranges 6 pour l'échantillon de 2.5 et 5%

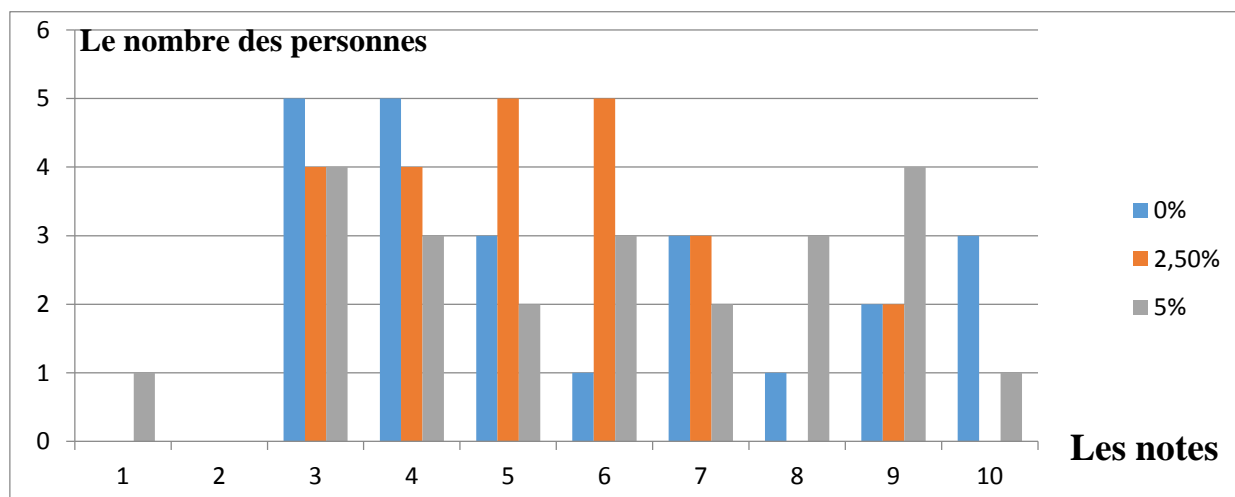


Figure 09 : Variation du couleur des laits fermentés additionnés du sirop des dattes

Tableau 16 : Effet d'addition du sirop de datte sur la couleur des laits fermentés au 21^{ème} jours de conservation.

couleur	0%	2,50%	5%
1	0	0	1
2	0	0	0
3	5	4	4
4	5	4	3
5	3	5	2
6	1	5	3
7	3	3	2
8	1	0	3
9	2	2	4
10	3	0	1
Les moyennes	6	5.5	6

3.2.Goût acide

Durant 21^{ème} jour de conservation les dégustateurs ont classé au premier rang l'acidité des essais additionnés de sirop de datte 2.5%

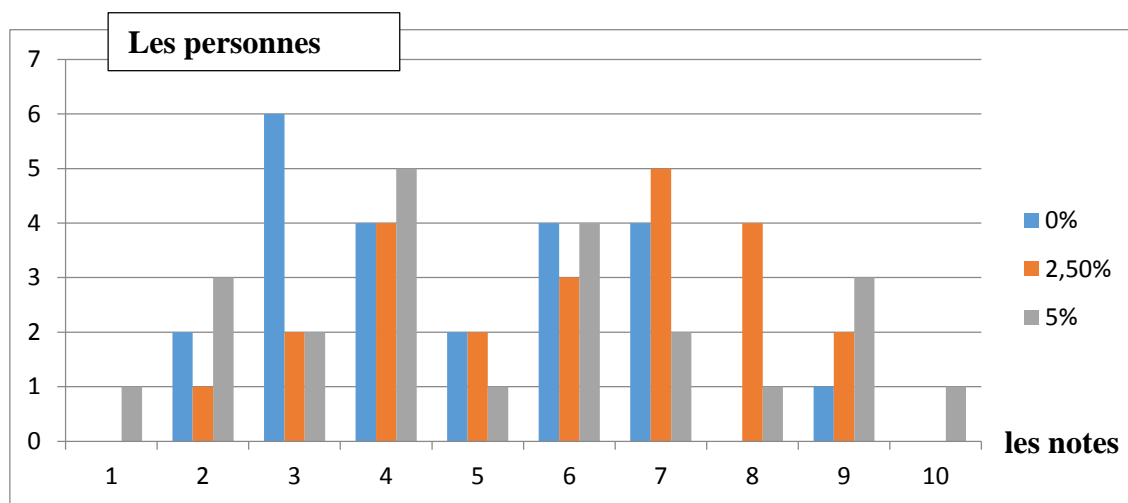


Figure 10 : Variation du goût acide des laits fermentés additionnés du sirop des dattes

Tableau 15 : Effet d'addition du sirop de datte sur le goût acide au 21^{ème} jour de conservation.

Goût acide	0%	2,50%	5%
1	0	0	1
2	2	1	3
3	6	2	2
4	4	4	5
5	2	2	1
6	4	3	4
7	4	5	2
8	0	4	1
9	1	2	3
10	0	0	1
Les moyennes	5	6	5.5

3.3.Goût de fraîcheur

Les dégustateurs ont classé au premier rang la fraîcheur de lait fermenté additionné 5% du sirop de datte.

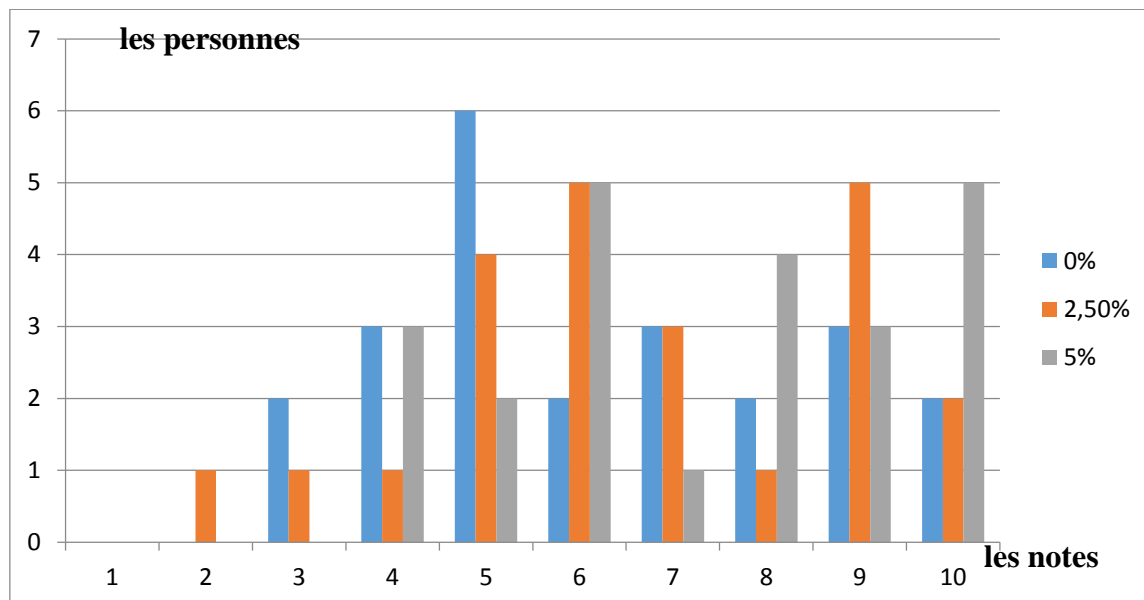


Figure 11 : Variation du goût de fraîcheur des laits fermentés additionnés du sirop des dattes au 21^{ème} jours de conservation.

Tableau 18 : Variation du goût de fraîcheur des laits fermentés additionnés du sirop des dattes

Goût de Fraîcheur	0%	2,50%	5%
1	0	0	0
2	0	1	0
3	2	1	0
4	3	1	3
5	6	4	2
6	2	5	5
7	3	3	1
8	2	1	4
9	3	5	3
10	2	2	5
Moyennes	6.5	7	7.5

3.4.Odeur

Au cours de la post-acidification les dégustateurs ont qualifié l'odeur de lait fermenté additionné 5% du sirop de datte de meilleure odeur, à des moyennes des sommes des rangs 6 par rapport aux autres qui sont acceptable par des moyennes des sommes des rangs 4.5 et 5 pour les concentrations 0% et 2.5% du sirop de datte respectivement.

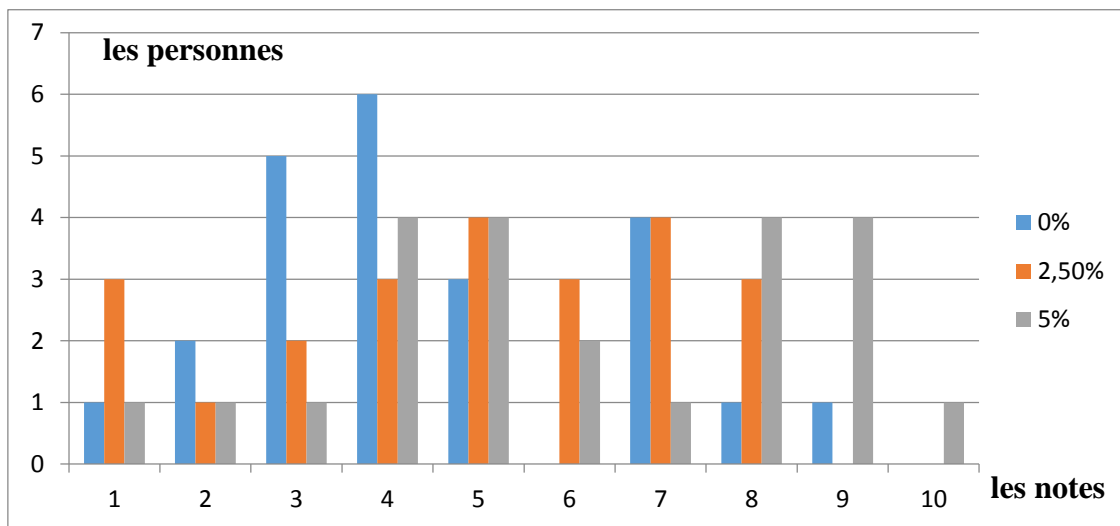


Figure 12: Variation de l'odeur des laits fermentés additionnés du sirop des dattes

Tableau 19 : Effet d'addition du sirop de datte sur l'odeur des laits fermentés au 21^{ème} jours au cours de la conservation

Odeur	0%	2,50%	5%
1	1	3	1
2	2	1	1
3	5	2	1
4	6	3	4
5	3	4	4
6	0	3	2
7	4	4	1
8	1	3	4
9	1	0	4
10	0	0	1
Moyennes	4.5	5	6

3.5.Cohésivité

D'une façon générale, la cohésivité des laits fermentés expérimentaux additionnées 0% du sirop de datte est moyennement satisfaisante.

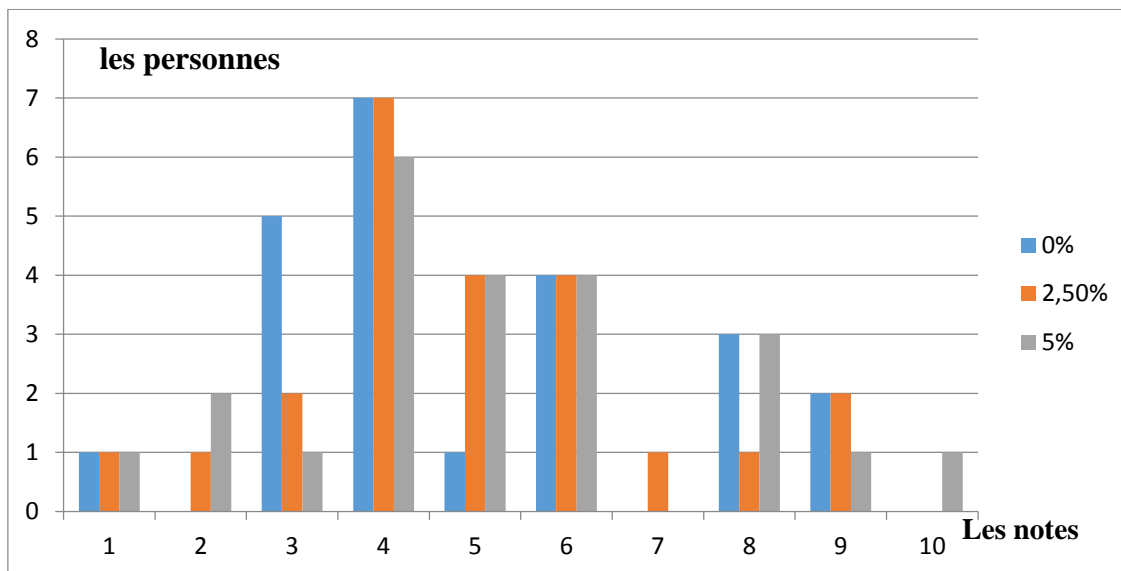


Figure 13 : Variation de cohésivité des laits fermentés additionnés au sirop de dattes au 21^{ème} jours

Tableau 20 : Effet d'addition de sirop de datte sur la cohésivité (sommés des rangs) des laits fermentés

Cohésivité	0%	2,50%	5%
1	1	1	1
2	0	1	2
3	5	2	1
4	7	7	6
5	1	4	4
6	4	4	4
7	0	1	0
8	3	1	3
9	2	2	1
10	0	0	1
Moyennes	5.5	5	5

3.6. Adhésivité

Pendant toute la période de post-acidification, l'adhésivité a tendance à augmenter avec l'augmentation de la concentration d'ajout de sirop de dattes.

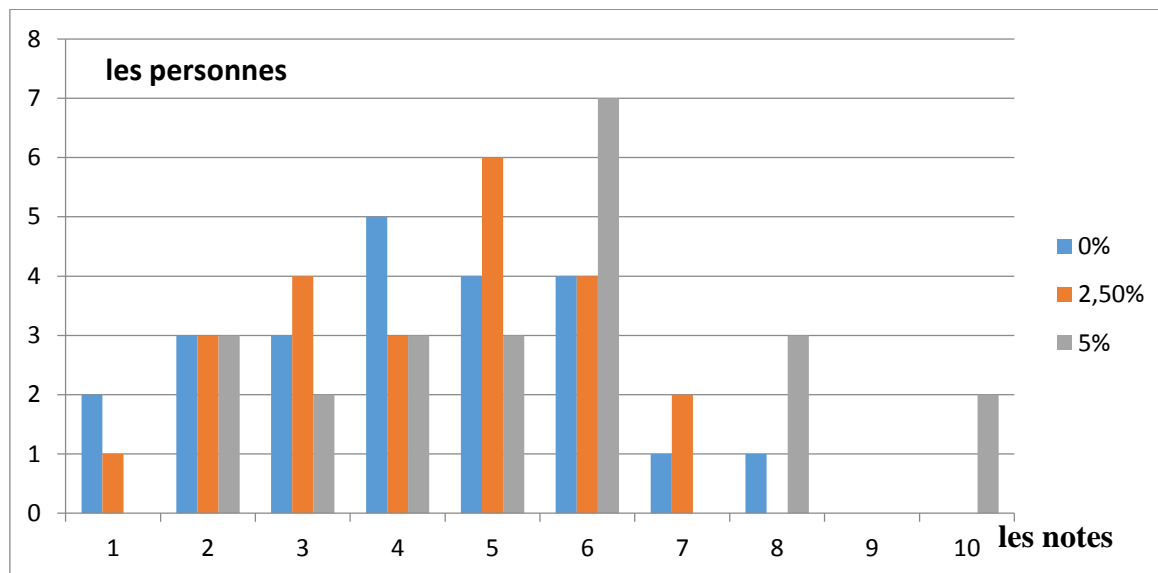


Figure 14 : Variation de l'Adhésivité des laits fermentés additionnés du sirop des dattes au 21^{ème} jours de conservation.

Tableau 21 : Effet de sirop de dattes sur l'Adhésivité des laits fermentés

adhésivité	0%	2,50%	5%
1	2	1	0
2	3	3	3
3	3	4	2
4	5	3	3
5	4	6	3
6	4	4	7
7	1	2	0
8	1	0	3
9	0	0	0
10	0	0	2
Moyennes	4	4	5.5

3.7.Arrière-goût

Pendant la période de post-acidification, le yaourt d’ajout 5% de sirop de datte a été nettement mieux apprécié au plan de l’arrière-goût par les panélistes que les laits fermenté témoins et additionnés 2.5% de sirop de datte.

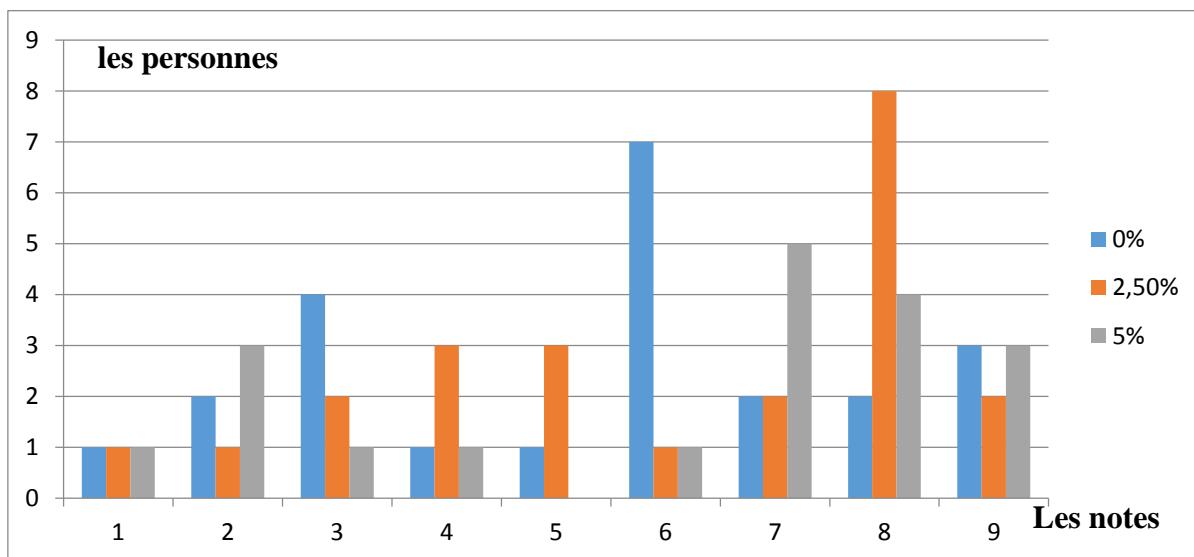


Figure 15 : Variation de l’arrière-goût des laits fermentés additionnés du sirop des dattes

Tableau 22 : Effet d’addition du sirop de datte sur l’arrière-goût des laits fermentés au 21^{ème} jours de conservation.

	0%	2,50%	5%
1	1	1	1
2	2	1	3
3	4	2	1
4	1	3	1
5	1	3	0
6	7	1	1
7	2	2	5
8	2	8	4
9	3	2	3
10	0	0	4
Moyennes	5.5	6	7

Discussion

1. Paramètres physico-chimiques

1.1. pH et acidité Dornic

D'une façon globale, durant la période expérimentale de post-acidification les laits fermentés expérimentaux sont caractérisés par une nette diminution de pH de 4.25 à 4.17 en moyenne, accompagnée d'augmentations remarquables d'acidité Dornic en moyenne de 74 à 82.34°D. Cette réduction de pH est la conséquence d'une fermentation du lactose du lait en acide lactique effectuée par les souches spécifique du yaourt à savoir *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* . (Cachon et al .,1998).

Toutes fois, durant l'expérimentation l'acidité des produits n'a pas dépassé les normes admises commercialement de 150°D.

Les bactéries lactiques du yaourt dont *Streptococcus thermophilus* provoque une acidification modérée de 0.5 à 1 % ; alors que les *Lactobacillus bulgaricus* peuvent produire par fermentation du lactose plus d'acide lactique (1.5%) (Pierre, 2003).

Par ailleurs, les autres produits principaux du métabolisme des bactéries lactiques sont aussi des acides organiques produits soit par voie homofermentaire soit par voie hétérofermentaire . Dont l'acide acétique et de l'acide formique qui peuvent également acidifier le milieu (Liu, 2003). Grâce à cette production d'acides organiques, les bactéries lactiques diminuent le pH du milieu dans lequel elles se multiplient en inhibant une partie de la flore notamment pathogène ou banale à se développer (Brul et al., 1999).

L'acidité des laits fermentés préparés au sirop de datte de 5% est nettement plus élevée que le témoin 0% et l'échantillon de 2.5% , cette augmentation de l'acidité s'exprime par la concentration de saccharose dans le sirop de datte qui transformé en acide lactique effectuée par les souches spécifique du yaourt.

1.2. viscosité

Les laits fermentés type yaourt étuvé enregistrent une forte valeur de viscosité pendant la période de fermentation au 1^{ère} jour, en fin d'étuvage. La période de poste acidification enregistre au contraire une baisse de la viscosité par rapport à la période précédente.

Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que les souches spécifiques du yaourt dont les *Streptococcus thermophilus* moins acidotolérante, sont à l'origine du démarrage de la fermentation lactiques assurant un développement d'exopolysaccharides durant les heures de fermentation ; alors que leur équivalent les *Lactobacillus bulgaricus* plus actives en période de post-acidification produisent moins d'exopolysaccharides (Fazel,1997).

En effet, les souches spécifiques du yaourtensemencées notamment les *Streptococcus thermophilus* présentent la capacité de produire au cours de la fermentation des macromolécules de type glucidique appelées exopolysaccharides, (composés de galactose ; arabinose et de mannose ...) ayant la faculté d'augmenté la viscosité et d'améliorer l'onctuosité du yaourt tout en modifiant sa texture (Meilee, 2004).

Les *Streptococcus thermophilus* ramenés à de fortes doses (3%) dans le lait peuvent au cours de leurs croissances sécréter d'avantage d'exopolysaccharides dans le milieu, sorte de fibres polysaccharidiques composés du galactose, glucose ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose, et de mannose capables d'augmenter la viscosité du milieu (Bergamaier, 2002). Ces exopolysaccharides sont des composés glucidiques constitués particulièrement de β -glucane et de β -fructane capables de se lier aux caséines des laits avec comme conséquence un accroissement de la viscosité des yaourts (Cerniver et al., 1986).

Selon (Luquet, 1994), durant la période de post-acidification l'activité des streptococcus thermophilus n'est pas totalement arrêtée, mais elle est moins importante comparativement à celle de lactobacillus qui produisent non seulement de l'aide lactique par fermentation du lactose mais éventuellement une légère quantité d'agents texturants.

Le yaourt est caractérisé par une saveur acide due à la présence d'acide lactique. L'abaissement du pH par acidification entraîne une déminéralisation progressive des micelles de caséines. Celle-ci vont s'associer entre-elles par formation de liaison hydrophobes, hydrogènes et électrostatique pour former un réseau protéique retenant la phase aqueuse. A un pH inférieur au point isoélectrique (pH=4.6), les micelles qui flocculent, précipitent, du fait de leur densité, et le réseau formé se stabilise et n'évolue pratiquement, du fait de leur densité, et le réseau formé se stabilise et n'évolue pratiquement plus (Biliaderis et al., 1992 ; Weber, 1994). Ainsi, les réarrangement protéique qui ont lieu ou les interactions-protéines sont favorisés par les liaison de faibles énergies (hydrogène, hydrophobes,...) en fonction des

variations du pH du milieu, engendrent souvent une augmentation de la viscosité au cours du temps (Abu Jdayil, 2002).

La diminution modérés de la viscosité observée à partir de la 3^{ème} semaines de conservation en fin de la période de post-acidification peut être justifiées par les travaux de **Artigan ,(1997)** qui rapporte que les *Streptocoques* secrètent au cours de leur cycle de développement des enzymes dégradant d'une part les exo-polysaccharides et en d'autre part la matrice protéique avec comme conséquence une diminution de la viscosité du yaourt.

La viscosité des laits fermentés préparés au sirop de datte de concentration 5% est nettement plus élevée que le témoin et les autres essais expérimentaux. Cette évolution est expliqués que le sirop de datte c'est une source de lactose et milieu favorable pour l'activité des souches lactiques.

2. Analyses microbiologiques

Le nombre de bactéries lactiques thermophiles spécifiques (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*)ensemencées simultanément dans les produits sont retrouvées à l'état vivant à un taux de normal de 10^7 UFC/ml (**Libnor, 1999**), jusqu'à la date limite de consommation fixée dans cette étude d'environ 21 jours.

Le nombre élevé de *Streptococcus thermophilus* à la fin de fabrication des laits fermentés est lié au fait qu'ils sont responsables du démarrage de la fermentation lactique du yaourt, leur croissance est stimulée par les acides aminés libérés suit à l'activité protéolytique des *lactobacillus*. Durant la phase de post-acidification lorsque le milieu devient plus ou moins acide la croissance des germes *Streptococcus thermophilus* sont relativement freinée ; alors que les *Lactobacillus bulgaricus* peuvent s'adapter avec le milieu acide (**Guyot, 1992**). Ceci explique leur nette augmentation durant la post-acidification.

La culture des bactéries lactiques est très satisfaisante dans le cas des yaourts additionnés du sirop de datte suivi de yaourt nature. Ceci peut s'expliquer par la composition du milieu (les yaourts incorporé du sirop de datte étant plus riche en nutriment). Ces réponses peuvent être liées à l'effet d'antioxydant qui on trouve dans la datte.

L'absence de coliformes dans les yaourts des différentes concentrations de sirop de datte après 21^{ème} jours de conservation peut s'expliquer par la présence de bactéries lactiques ayant entraîné une inhibition de la croissance des coliformes. L'antagonisme des ferments lactiques vis-à-vis des coliformes ne se développent pas immédiatement, mais progressivement. Le temps de génération (coliformes) est de 20 mn à 40°C contre 45 mn pour les Streptocoques lactiques dont la croissance est plus rapide que celle des Lactobacilles (**source GUIGMA, 1998**).

L'antagonisme n'étant pas immédiatement manifesté, les coliformes vont se multiplier pendant un certain temps avant que la croissance des streptocoques ne prenne le dessus et ne ralentisse la croissance des coliformes. En outre, selon « **ALAIS** » cité par

(MOROU M. A., 2010)

L'absence ou la faible présence de la flore pathogène peut trouver son explication par le fait va subir l'effet du pH et de l'antagonisme des bactéries lactiques. Par ailleurs, leur fabrication du yaourt en bonne condition d'hygiène et bonne conservation au froid (**CONTE S., 2008**).

3. Test organoleptique

Durant la période d'entreposage, le jury de dégustation a qualifié les produits expérimentaux d'appréciable par rapport au témoin.

Durant la 21^{ème} jour, le jury de dégustation a qualifié les meilleurs critères sensoriels (adhésivité, cohésivité, goût de fraîcheur, et l'odeur) dans le yaourt additionnés du sirop de datte par comparaison aux laits fermentés non additionnés au sirop

Le goût sucré est qualifié par le jury d'acceptable les produits additionnés au sirop de datte de concentration à 5% et 2.5% pendant la conservation.

L'amélioration du goût des produits durant les 21 jours, résulte probablement d'une légère production lactique très appréciées par les panélistes et ce par fermentation modérée des bactéries lactiques spécifiques natives (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) du lactose constitutive du milieu (**Guyot, 1992**).

Par ailleurs, l'augmentation du nombre de *Streptococcus thermophilus* peut stimuler la production plus avantageuse d'exo polysaccharides qui sont des sucre complexes (Cerning et al ., 1986), capable d'éviter la synérèse du lait tout en augmentant la viscosité et masquer le

goût acide des produits. Ceci peut expliquer la stabilité des valeurs d'acidité d'une part et de l'adhésivité ainsi que de la cohésivité en d'autre part dans les laits fermenté additionnés ou non du sirop de datte.

Les dégustateurs n'ont pas trouvé de différences d'odeur et couleur entre les produits sauf qu'aux 21 jours on à qualifier l'odeur et couleur des laits fermentés additionnés de 5% par apport les autres essais.

Conclusion

L'objectif de ce travail était de concevoir à l'estimation de l'influence du sirop des dattes incorporé sur la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique des laits fermenté (type yaourt étuvé) au cours de la période de post-acidification, pour répondre à cet objectif, quatre résultats principaux ont été obtenus :

Durant toute la période de l'expérimentation, l'acidité Dornic et la viscosité sont proportionnelles à la concentration du sirop de datte incorporé dans les laits fermentés, ce sont d'autant plus améliorées que la concentration du sirop est élevée.

Au contraire, les résultats de pH enregistré sont inversement proportionnels à la concentration du sirop des dattes.

Par ailleurs, il apparaît que les valeurs de pH enregistrés sont d'autant plus réduites que la concentration du sirop des dattes incorporé dans les échantillons expérimentaux.

Tous les échantillons soumis à la détermination de la qualité organoleptique sont jugés satisfaisants aussi bien au cours de la conservation.

Au cours de la période de post-acidification, le nombre de germe *de lactobacillus bulgaricus* est révélé plus élevé dans les 7 jours premiers par rapport à celui de *streptococcus thermophilus* augmenté à 14 jours.

Tous les échantillons étudiés sont conformes aux normes relatives aux coliformes fécaux, levures et moisissures après 21^{ème} jours de la conservation.

Durant toute l'expérimentation et d'une façon globale, les tests organoleptiques révèlent que les échantillons préparé à une concentration de 5% le meilleur par rapport au témoin, aussi que les autres essais expérimentaux.

En fin, perspective, il semble très intéressant pour les industriels yaourtière d'essayer d'utiliser le sirop des dattes comme additif et antioxydant à une concentration 5% du sirop des dattes pour aromatisé le yaourt et améliorer la couleur et comme produit médical.

La datte est un produit qui présente des avantages comparatifs et pour lequel il n'existe pas de problèmes de concurrence entre les pays développés et les pays sous-développés. La datte fait l'objet d'un commerce intérieur et extérieur important, surtout la variété Deglet-Nour.

Les autres variétés, même si elles ne sont pas largement commercialisées sur les marchés, elles peuvent être transformées en divers produits dont l'impact socio-économique est considérable tant du point de vue de la création d'emplois que de la stabilisation des populations dans les zones à écologie fragile. Ainsi, les produits issus de la transformation de la datte limiteraient, par ailleurs la dépendance économique du pays vis-à-vis de l'étranger, du moins pour certains sous-produits, et lui permettraient d'économiser des devises susceptibles d'être dégagées pour d'autres secteurs (TOUZI., 1997).

1. Préparation de sirop de datte



Figure 16 : Lavage les dattes avec de l'eau

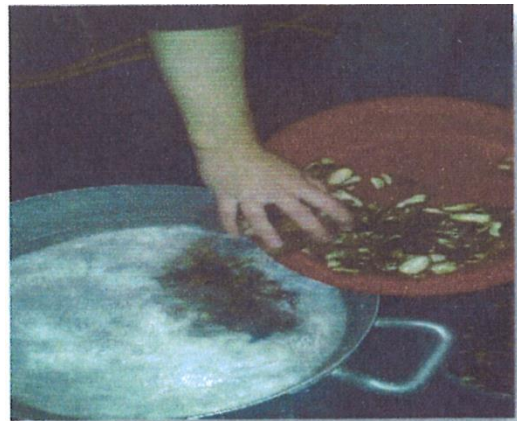


Figure 17 : Cuisson dans l'eau à 100°C

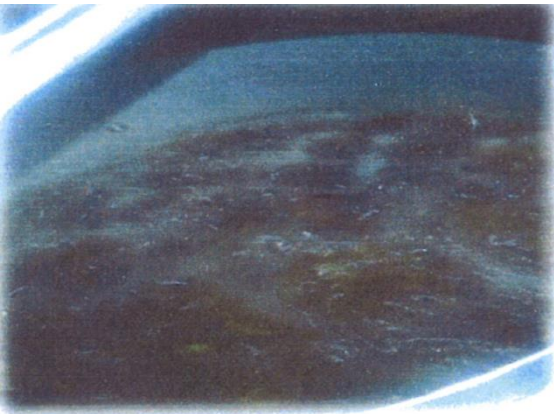


Figure 18 : Après 2 heures de cuisson des dattes

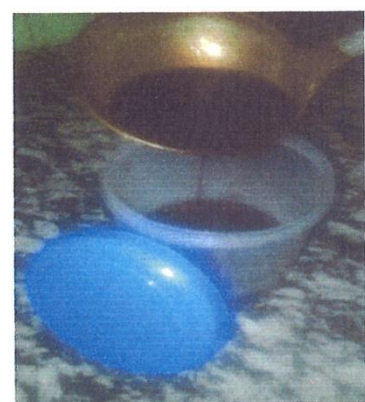


Figure 19: filtration de la patte qui obtenu après la cuisson Figure 20: sirop de datte obtenu

Tableau 23: Résultats de suivi de l'acidité pendant la post acidification à 6°C

acidité	échantillon	0%	2,5%	5%
1er	1	78	68	78
	2	75	70	76
	3	78	73	80
7eme	1	78	68	81
	2	78	71	82
	3	75	75	85
14eme	1	92	68	83
	2	85	72	83
	3	92	76	85
21eme	1	75	85	85
	2	70	90	85
	3	75	75	85

Tableau 24 : Résultats de suivi de pH pendant la post acidification à 6°C

ph	échantillon	0%	2,5%	5%
1er	1	4,24	4,13	4,15
	2	4,23	4,13	4,17
	3	4,23	4,13	4,17
7eme	1	4,28	4,17	4,18
	2	4,26	4,17	4,17
	3	4,26	4,17	4,18
14eme	1	4,29	4,16	4,17
	2	4,23	4,16	4,19
	3	4,24	4,16	4,19
21eme	1	4,26	4,24	4,17
	2	4,26	4,24	4,17
	3	4,28	4,22	4,20

Tableau 25 : Résultat de test de dégustation

les moyennes	0%	2,50%	5%
couleur	6	5,5	6
goût acide	5	6	5,5
goût de fraîcheur	6,5	7	7,5
odeur	4,5	5	6
cohésivité	5,5	5	5
adhésivité	4	4	5,5
arrière goût	5,5	6	7

Tableau 26 : Composition du milieu de culture MRS.

Composition	Grammes/litre
Peptone	10
Extrait de viande	8
Extrait autolytique de levure	4
Glucose C ₆ H ₁₂ O ₆	20
Acétate de sodium trihydraté	5
Citrate d'ammonium	2
Tween	801
Hydrogénophosphate de potassium	2
Sulfate de magnésium heptahydraté	0.2
Sulfate de magnésium heptahydraté	0.5
Agar	10
Gélose MRS (pH = 6,2 ± 0,2)	

Autoclavage à

120°C

Pendant 20 min

Tableau 27 : Composition de milieu de culture M17

Composition	Grammes/litre
Tryptone	5
Peptone de soja	5
Infusion de viande	5
Extrait autolytique de levure	2.5
Glycérohydrogénophosphate de sodium	19
extrait de Lactose	5
Acide ascorbique C ₆ H ₈ O ₆	5
Sulfate de magnésium	0.25
Agar	11
Gélose M17 (pH = 6,2 ± 0,2)	

1. Mesure de l'acidité

1.1. Réactifs et appareillages

- 50 g de soude (Na OH, N/9)
- 1 g de phénolphthaléine 1%
- 100 ml d'éthanol
- Burette
- Becher
- Pipettes 10 ml

1.2. 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'un indicateur coloré (phénolphthaléine) jusqu'à virage au rose -pal.

- Prendre 10 ml du yaourt
- Ajouté 3 à 5 gouttes de solution de phénolphthaléine
- Titrer par la soude avec l'acidimètre
-

1.3. Expression des résultats

Acidité en milieu dornic = $V_{\text{Na OH}} \times 10$

V= le volume de Na OH (N/9) nécessaire pour doser l'échantillon.

2. Mesure de pH

2.1. Réactifs et appareillages

- pH-mètre
- solution tampon pH=4 et pH=7

2.2. Mode opératoire

Avant de procéder aux mesures de pH des échantillons il faut d'abord étalonner le PH - mètre à l'aide des solutions tampon.

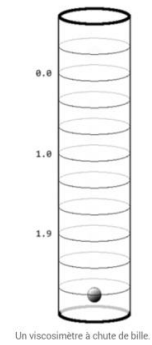
2.3. Expression des résultats

La lecture est donnée directement sur le pH-mètre

3. viscosité

3.1. Mode opératoire

Elle consiste à introduire une bille d'une masse de 13g dans un petit cylindre rempli de temps de yaourt, cette bille parcourt une distance (x) durant un temps est effectuée par un chronomètre.



3.2. Expression des résultats

La viscosité est déterminée par la formule : $V=K(C1-C2)xT$.

- V : viscosité dynamique (m.p.s)
 - K : constante en fonction de la densité de la bille (m.p.s.cm³/g.s)
 - C1 : la masse volumique de la bille g/cm³
 - C2 : la masse volumique de yaourt g/cm³
 - T temps parcouru par la bille entre deux pots A et B
- ✓ Les caractéristiques utilisées par la bille sont :

Poids (M) :0.52g

Masse volumique : 15.392g/cm³

K =0.0659



Tableau 28 : Conditions expérimentales pour le dénombrement de la flore lactique à différents intervalles de temps au cours de l'acidification du lait par les ferments du yaourt

Bactérie lactique	Milieu de culture	Dilution testées	Condition d'incubation
Streptococcus thermophilus	M17	10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ et 10⁻⁵	37°C pendant 24 à 48 h
Lactobacillus bulgaricus	MRS acidifié à pH 5.4	10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ et 10⁻⁵	37°C pendant 24 à 48 h
Coliformes fécaux	VRBL	10⁻¹, 10⁻² et 10⁻³	44°C pendant 24h
Levure et moisissure	OGA	10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴	25°C pendant 3 à 5 jours

1. Appareillage

- Autoclavage (Sys tec) : pour stériliser (par la chaleur humide : 120 °C/20 min) des équipements en verrerie ainsi que des milieux de culture.
- Bain Marie : pour liquéfier les milieux de culture.
- Balance de précision : pour peser des ingrédients des milieux de culture.
- Etuve (37°C) : pour incuber les boîtes pétries ensemencées.
- pH-mètre.
- Plaque chauffantes agitatrices : faire agiter les milieux de culture jusqu'à la dissolution complète des milieux durant leur préparation jusqu'à l'ébullition.
- Réfrigération : pour conserver les milieux de culture et les réactifs
Et les pots de yaourt étuvé qui préparée pendant 21 jours.
- Bec-benzène : pour préparer le yaourt dans la zone stérile et les analyses microbiologiques

2. Verreries

Béchers à différents volume, burettes, entonnoirs, erlenmeyer, flacons en verre 250ml, pipettes (1, 2, 5, 10, ml), tube à essais.

3. Réactifs et milieux de cultures

- Eau distillé.
- MRS, milieu M17, VRBL, OGA
- solution Na OH (0.1N), phénolphtaléine 1 %, Solution tampon.

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE ABDEL HAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM

Faculté des Sciences Exactes et Science de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomique (Filière biotechnologie alimentaire)

Identification des panelistes

Paneliste N°=.....

Période :09/05/2018

Nom.....

Âge.....

Sexe

Fonction

➤ Fiche de teste de dégustation

Echantillons	Temoin	Échantillon 2	Échantillon 3
Critères	0 % De sirop	2.5% de sirop	5% de sirop
Couleur			
Goût acide			
Goût de fraîcheur			
Odeur			
Cohévisité			
Adhésivité			
Arrière-goût			

Pour mener à bien cette évaluation sensorielle descriptive, il vous ait présenté un langage sensoriel chaque attribut est mesuré selon une échelle de notation :

➤ **Système de notation**

1-2 Mauvaise

3-4 Acceptable

5-6 Moyennes

7-8 Bonne

9-10 Excellente

Définitions

- **Couleur** : le paneliste est appelé à apprécier la couleur du produit
- **Goût acide** : consiste à apprécier l'ampleur de l'acidité développée par les germes lactiques ensemencés dans les produits au cours de leur entreposage.
- **Goût fraîcheur** : consiste à apprécier l'ampleur de la sensation de fraîcheur lors de la mise en bouche du produit.
- **Odeur** : le panéliste doit vérifier s'il ya un dégagement d'une odeur de pétrification des produits lors de la conservation au froid à 4°C.

- **Cohésivité** : consiste à déterminer la capacité maximale de déformation de l'échantillon avant de se rompre lorsqu'il est écrasé entre les doigts.
- **Adhésivité** : exprime l'intensité des forces inter faciales développées entre la surface de coagulum et la surface d'une cuillère lors d'une prise du produit.
- **Arrière-goût** : le panéliste est appelé à apprécier la possibilité de sensation d'un arrière-goût.

Listes des références

A

- **Anonyme, (1995)** : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. *Collection FAO : Alimentation et nutrition*, p :28
- **ANONYME., 2002** : Statistiques agricoles : Superficies et productions. ministère de l'agriculture et du développement rural. Série A, 5-6pp.

B

- **Bergamaierd ; 2002** : Production, d'exo polysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisée de lactobacillus .rhamnus . RW 959 M
- **Boudier J.F. (1990)** : Produits frais. In laits et produits laitier. Vache – Brebis – Chèvre
- **BOUSDIRA K., 2007** : Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes de cultivars les plus connus de la région du Mzab, classification et évaluation de la qualité. Thèse Mag. Dép. Technologie alimentaire. Uni. Boumerdès.123pp
- **BOUGUEDERI L., MAANANI F., MISSAOUI M., BOUNAGA N., et DORE J. C., 1994** : Analyse typologique d'une population de palmiers dattiers males (*Phœnix dactylifera* L.) au moyen de différentes approches multiparamétriques. Améliorant. Prod. Agro. Milieu Aride. 6 : 263-277pp.
- **Bergamaier ; 2002** : Production, d'exo polysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisée de lactobacillus .rhamnus . RW 959 M

C

- **Cidil et Inra. (2009)** : Du lait aux produits laitiers. –Paris FRANCE : Cidil. p : 19
- **Cayot P., Lorient D.(1998)** : La micelle de caséine. *In structures et technofonctions des protéines.*
- **CODEX ALIMENTARIUS . (1975)** : Normes n°A 11(A) Rome :FAO/OMS,p : 86.
- **CONTE S., 2008.** -Evolution des caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel. Mémoire DEA : Production Animal : Dakar (EISMV)

D

- **Daniel. S, Martin.F, Pyilippe.D, 2010:** Transforment les produits laitiers frais à la ferme, Educagri éditions
- **Dellagliot .F De. Rossarth ; Torrianissj Curk .M et Janssens. D ;** 1994 caractéristique générale des bactéries lactiques Tec & Doc (EDS) Lorica ; 125-116.
- **Drisseen FM.** 1981 .in mixed culture fermentation.Ed mebushed JH .scarter. Academic press; London.
- **DJERBI M., 1994** : Précis de phoeniciculteurs. FAO, 192 p.

E

- **ELHOUMAIZI M., SAAIDI M., OIHABI A., CILAS C., 2002:** Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morcco. Genet. Resource. Corp. Evolved 49, 483–490 pp.

- **ESPIARD E., 2002** : Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc- Lavoisier, 360 p.

F

- **FAO., 2010**- Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture .Rome. Italie. 2010.

G

- **GHAZI F., SAHRAOUI S., 2005** : Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantbouchet et Hamraia. Mémoire d'Ingénieur. Institute national d'agronomie. Alger. p81.
- **GUIGMA Y., 1998.** -Contrôle bactériologique et amélioration de la qualité organoleptique du yaourt de l'unité centrale d'Adaptation des process.Mémoire Maîtrise des Sciences et Techniques : Ouagadougou.
- **Goyot ;1992-4-11 les yaourts DLG food s tec .**

H

- **HANACHI S., KHITRI D., BENKHALIFA A., BRAC DE PERRIERE R.A, 1998** : Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne. 225 p.

L

- **. Luquet : F.M.(Eds) Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, p : 35-66.**
- **Luquet (1990)** : Laits et produits laitiers : Transformations et technologies. *Ed techniques et documentation, Lavoisier.p : 633.*

- **Luquet F. M., Carrieu G. (2005)** : Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, *Ed Lavoisier Tec et Doc*, Paris, p : 307.
- **Lamoureux ; 2000** : exploitation de l'activité *Bgalactosidase* de culture de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharide.
- **Lamoureux L. (2000)** : Exploitation de l'activité β - galactosidase de culture de bifidobacteries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. *Mémoire de maitrise*, Université de Laval, Canada
- **LOONES A. (1994)** : Lait fermenté par des bacteries lactiques. In « bacteries lactiques ». DE ROISSART H.et LUQUET F.M. *Ed. Lorica,2*. Paris. P :37-151.
- **LARPENT J.P. (1989)** : Microbiologie alimentaire. *Ed, techniques et documentation* , Lavoisier. Paris ,p : 46, 1-117.

M

- **Mahaut M., Jeantet R., Brulé G and Schuck P. (2000)** Les produits industriels laitiers. *Tech&Doc*, Lavoisier, Paris.
- **Marty –Teyssset .C, Delatorre .F ET Garel –J.A; 2000:** increased production of hydrogen peroxide by lacto bacillus delbrukii ssp. bulgaricus. *Upon. Accretion involvement applied and. Environmental. Microbiology* 66(1); 262- 267.
- **MOROU M. A., 2010** : Evaluation de la qualité microbiologique de deux laits de consommation commercialisés sur le marché de Niamey (Niger) : le yaourt et le lait en poudre. *Mémoire Master Qualité des Aliments de l'Homme* : Dakar (EISMV)

N

- **NOUI y., 2007** : caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de magister, université Mohamed BOUGUERA - Boumerdès, 112 p.

P

- **PISSANG T. D. (1992)** : contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits et produits laitiers commercialisés au Togo. *Thèse : Med. Vet. : Dakar(EISMV)* ; 9.

R

- **Romain. Jeantet, thomas Croguennec, michel mahut, pierr shuck ; gérard brulé ; 2008** : les produits laitiers 2^{ème} éd tec & Doc lavoisies, paris
- **RICHARDE R., 1972-** Eléments de biologie végétale. Fou Cher, Paris, 164 p.

S

- **SINGH SUDHEER K., AHMED SYED U. and ASHOK P. (2006):** Yogurt science and technology. 2nd Ed. Cambridge : *woodhead publishing*.
- **SCHMIDT J.L., TOURNEUR C et LENOIR J. (1994)** : Fonction et choix des bacteries lactiques laitières in « bacteries lactiques ». DE ROISSART H. et LUQUET F.M. *Ed. Lorica*, paris.2, p : 37-46.

T

- **Tamime A.Y and Robinson R.K. (1999)** Yoghurt : Science and technology. *Woodhead Publishing Ltd*, England.

- **TOUZI A., 1997** : Valorisation des produits et sous-produits de la datte par les procédés biotechnologiques. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte", CIHEAM - Options Méditerranéennes, 214 pp.

Résumé

Notre étude vise à déterminer l'effet de sirop de datte sur la qualité physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques d'un lait fermenté type yaourt étuvé au cours de la phase de poste acidification de conservation des échantillons au froid positif à 4°C durant 21 jours.

L'expérimentation a été réalisée avec de sirop de datte à différent concentration 0%, 2.5%, 5%, respectivement dans les laits fermentes étuvés. Chaque paramètre étudié est représenté par trois pots de 100 ml, soit un nombre global de 15 échantillons. Durant 21 jours de conservation, les mesures et contrôles suivants ont été effectuées tous les 7 jours sur chaque produit transformé : acidité, pH.

Du début à la fin de la période de post-acidification, les valeurs moyennes dans les laits fermentés sont caractérisées par une diminution remarquable (4.25-4.17), que les valeurs d'acidité des laits fermentés mesurées sont proportionnelles diminuée avec l'ajout de sirop de datte. Globalement les teneurs moyennes en acidité entre 82.34°D au début de fermentation jusqu'à 85°D, à la fin de la période de post-acidification.

Durant l'expérimentation l'acidité des essais expérimentant n'a pas toutefois dépassé les normes admises commercialement soit 150°D.

Par ailleurs, le nombre des germes spécifiques du yaourt à savoir *streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus* s'avère répondre aux normes requises pour un yaourt étuvé, 10⁷ germes vivants/ml

En général, l'ajout de sirop de datte dans le lait fermenté n'a pas altéré les principaux critères organoleptiques des produits à savoir : adhésivité, goût sucré, goût acide, odeur et la couleur.

Mots clés : yaourt étuvé, lait fermenté, sirop de datte.

Abstract

Our study aims to determine the effect of date syrup on the physicochemical, microbiological and organoleptic quality of a fermented type yoghurt steamed during the post acidification phase of preservation of samples at positive temperature at 4 ° C for 21 days.

The experiment was carried out with date syrup at different concentration 0%, 2.5%, 5%, respectively in steamed fermented milks. Each parameter studied is represented by three pots of 100 ml, ie an overall number of 15 samples. For 21 days of storage, the following measurements and controls were carried out every 7 days on each processed product: acidity, pH.

From the beginning to the end of the post-acidification period, the average values in the fermented milks are characterized by a remarkable decrease (4.25-4.17), that the acidity values of the fermented milks measured are proportionally decreased with the addition of date syrup. Overall average acidity levels between 78 ° D at the beginning of fermentation up to 82.34 ° D at the end of the post-acidification period.

During the experiment, however, the acidity of the experiments did not exceed the commercially acceptable standards of 150 ° D.

Moreover, the number of specific yogurt germs namely *streptococcus thermophilus* and *lactobacillus bulgaricus* proves to meet the standards required for parboiled yoghurt, 10⁷ live germs / ml

In general, the addition of date syrup in the fermented milk did not alter the main organoleptic criteria of the products namely: adhesiveness, sweet taste, acid taste, odor and color.

Introduction

Chapitre01

yaourt

Chapitre02
la qualité de
yaourt

Chapitre03
situation des
dattes en Algérie

Chapitre01
Méthodologie

Chapitre02

Résultats

Chapitre03

Discussion

Conclusion

Annexe

*Références
bibliographiques*

Partie I
Bibliographique

Partie II
Méthodologique