

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté de sciences de la nature et de la vie

Département des sciences biologiques



Mémoire de Master Académique /Professionnel

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Thème

**Effet de l'utilisation de sirop de dattes comme édulcorant,
sur la qualité microbiologique d'un yaourt**

Présenté Par :

Melle. LEHELLA Hend et Melle. Brahimi Raouia

Soutenu publiquement

Le : 18/06/2025

Devant le jury :

Mme. CHETHONA F.	Présidente	M.C.A	UKM Ouargla
Mme. SIBOUKEUR A.	Promotrice	M.C.B	UKM Ouargla
Mme. BOUAZIZ S.	Examinatrice	M.C.B	UKM Ouargla

Année Universitaire 2024/2025

Remerciements

Avant tout, nous exprimons notre profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant pour nous avoir accordé la foi, la volonté, la patience et la force nécessaires pour mener à bien ce travail.

*Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre promotrice, Madame **SIBOUKEUR Amina**, pour son accompagnement précieux, sa disponibilité constante, ainsi que ses conseils éclairés tout au long de ce mémoire. Sa bienveillance, sa rigueur et sa générosité intellectuelle ont été pour nous une véritable source de motivation et d'inspiration. Travailler sous sa direction a été un grand honneur et une expérience enrichissante que nous n'oublierons jamais.*

*Nous remercions également les membres du jury, Madame **CHETHONA Fatima (MCA)** à la faculté des Sciences biologiques de l'université Kasdi Merbah Ouargla et Madame **BOUAZIZ Sabrina (MCB)** à la faculté des Sciences biologiques de l'université Kasdi Merbah Ouargla, pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour l'attention qu'elles y ont portée.*

*Nos remerciements s'étendent à tous les enseignants et enseignantes de **l'Université Kasdi Merbah Ouargla** pour la qualité de leur enseignement, ainsi qu'au personnel administratif et technique pour leur aide et leur disponibilité.*

Enfin, une pensée reconnaissante à toutes les personnes, proches ou lointaines, qui nous ont soutenues de quelque manière que ce soit, directement ou indirectement, dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à Dieu Tout-Puissant, pour avoir guidé mes pas pour la réalisation de ce travail.

À ma chère maman, source de ma vie, de mon amour et de ma tendresse, toujours présente pour essuyer mes larmes.

À mon cher père, source de mon sens de l'honneur et de la responsabilité.

À mes chers frères : L'Azhar et Lakhdar.

À mes chères sœurs : Malkhir et Fadjra.

À mon amie et mon amour Djoumana, merci pour ton soutien constant et inestimable.

Merci d'avoir toujours été à mes côtés. Par vos prières, votre amour et votre force, j'ai puisé l'énergie pour avancer. Qu'Allah vous protège et vous garde comme un pilier dans ma vie.

À mon oncle bien-aimé Othmane, à mes neveux et nièces : Siradj, Rinad, Aseel, et Fadi.

À ma belle-sœur chère à mon cœur : Messika.

À mes amies précieuses : Sarah et Anfal.

À une personne chère qui a fait partie de mon soutien SH.

Hend

Dédicace

Je dédie ce mémoire, fruit d'un long chemin de persévérance, d'efforts et de passion, à toutes les personnes qui ont marqué ma vie et m'ont soutenu(e) d'une manière ou d'une autre dans cette belle aventure universitaire.

À mes parents bien-aimés, Brahimi Naïma et Mohammed, piliers de ma vie, pour leur amour inconditionnel, leurs encouragements constants, leurs prières silencieuses et leurs innombrables sacrifices. Vous êtes ma plus grande source d'inspiration et de force. Sans vous, rien de tout cela n'aurait été possible.

À mes chers frères et sœurs, Hamza, Ikram et Douaa, pour votre présence réconfortante, vos mots de soutien, vos sourires et votre patience. Merci d'avoir toujours cru en moi, même dans les moments de doute.

À mes enseignants et encadrants, pour leur transmission de savoir, leurs conseils précieux et leur accompagnement tout au long de mon parcours académique. Votre passion pour l'enseignement et la recherche a éveillé en moi le goût de la rigueur scientifique.

À mes collègues et camarades de promotion, avec qui j'ai partagé des moments inoubliables de travail, d'entraide et d'amitié. Ce mémoire est aussi le reflet d'un parcours collectif riche en échanges et en apprentissages.

À mes amis, pour leur compréhension, leur soutien moral et leur présence apaisante dans les périodes de stress et de fatigue.

À toutes les personnes, de près ou de loin, qui ont croisé mon chemin et m'ont apporté un mot, un geste ou un regard de soutien, je vous dis merci du fond du cœur.

Enfin, je rends grâce à Dieu, Le Très-Haut, pour la force, la patience et les opportunités qu'Il m'a offertes.

Raouia

Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
Tableau I	Valeurs nutritionnelles pour 125g des différents yaourts (SYNDIFRAIS, 1997).	3
Tableau II	Principaux genres de bactéries lactiques du yaourt et leurs caractéristiques (MATAMOROS, 2008).	7
Tableau III	Composition biochimique du sirop de dattes (MIMOUNI, 2015).	12
Tableau IV	Résultats des analyses physicochimiques de sirop de dattes	23
Tableau V	Résultats des analyses microbiologiques de yaourt préparé	27

Liste des figures

figures	Titre	page
Figure 1	Différentes étapes de la préparation traditionnelle du sirop de dattes (HOUSSNI, 2022).	11
Figure 2	Technique de préparation de yaourt à l'échelle ménagère	15
Figure 3	Procédure expérimentale 1	17
Figure 4	Procédure expérimentale 2	19
Figure5	ph de yaourt des quatre échantillons pendant J2, J8 et J14	25
Figure6	Acidité dornic de yaourt des quatre échantillons pendant J2, J8 et J14	26

Liste des annexes

Annexes	Titre	Page
Annexe 01	Matériel de laboratoire	42
Annexes 02	Composition des milieux de culture	42
Annexes 03	Mesure du pH	43
Annexes 04	Teneur en eau	44
Annexe 05	Détermination de degré Brix	44
Annexe 06	Détermination d'acidité dornic	45
Annexe 07	Journal Officiel de la République Algérienne N°39 2017	46

Liste des Photos

Photos	Titre	Page
Photo 01	Les échantillons de yaourt préparé	16
Photo02	Observation microscopique des colonies de staphylocoques dénombrées à partir d'E2 à j2 après coloration de Gram	29
Photo 03	Test Catalase des colonies de Staphylococcus dénombrées à partir E2 a J2	29
Photo 04	Test Coagulase des colonies de Staphylococcus dénombrées à partir E2 a J2	30

Liste des abréviations

T- : Témoin négatif (yaourt nature)

T+ : Témoin positif (yaourt nature+ 15 % sucre)

E1 : Echantillon de yaourt préparé avec 15 % sirop de dattes

E2 : Echantillon de yaourt préparé avec 15 % sirop de dattes + 26 % de poudre du lait entier

BL : Bactéries lactiques

°B : Degré Brix

pH: Potentiel d'hydrogène

C : Concentration

°D : Degré Dornic

g/l : Gramme Sur Litre

H : heure

J : Jours

NaOH : Hydroxyde de sodium

UFC : unité formant colonie

Ind : Indénombrable

SCN : *Staphylococcus* à Coagulasse Négative.

Résumé

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'effet de l'utilisation du sirop de dattes comme édulcorant naturel sur la qualité microbiologique du yaourt fabriqué à l'échelle ménagère. Deux échantillons de yaourt ont été élaborés avec du sirop de dattes variété Ghars, l'un avec l'addition de 15 % de sirop (E1) et l'autre avec l'ajout de 15% de sirop et 26 % de poudre de lait entier (E2), et comparés à un yaourt nature (T-) et un yaourt sucré au saccharose à raison de 15%(T+). Les échantillons ont été conservés à 4°C pendant 14 jours. Des analyses physicochimiques et microbiologiques ont été réalisées aux jours J2, J8 et J14 d'entreposage.

Les résultats physicochimiques ont montré que les yaourts à base de sirop de dattes (E1 et E2) ont enregistré des valeurs de pH entre 4,7 et 4,9, comparable aux témoins qui présentent des valeurs entre 4,6 et 4,9. L'acidité Dornic variait entre 54% et 94%. La valeur la plus élevée est enregistré par E2 (94%). Ces résultats reflètent une bonne qualité physicochimique de ces produits. Les résultats microbiologiques ont montré l'absence de pathogènes tels que, *Staphylococcus aureus*, des coliformes fécaux et totaux, des levures et des moisissures. Cela a été observé dans tous les lots des échantillons tout au long la période de conservation. En revanche, Une contamination fongique a été observée dans les témoins (T- et T+) au jour 8 et à J14.

Ces résultats suggèrent que le sirop de dattes peut constituer une alternative naturelle au saccharose, sans compromettre la sécurité microbiologique du yaourt pendant une durée de conservation de 14 jours au réfrigérateur.

Mots-clés : yaourt, sirop de dattes, édulcorant, qualité microbiologique, conservation, réfrigération.

Abstract

The main objective of this study is to evaluate the effect of using date syrup as a natural sweetener on the microbiological quality of homemade yogurt. Two yogurt samples were prepared with Ghars variety date syrup: one with 15% syrup (E1), and the other with 15% syrup and 26% whole milk powder (E2). These were compared to a plain yogurt (T⁻) and a yogurt sweetened with 15% sucrose (T⁺). The samples were stored at 4°C for 14 days, and physicochemical and microbiological analyses were conducted on days (J2), 8 (J8), and 14 (J14) of storage.

The physicochemical results showed that the yogurts containing date syrup (E1 and E2) maintained pH values between 4.7 and 4.9, which were comparable to the control samples, which ranged from 4.6 to 4.9. Dornic acidity varied between 54% and 94%, with the highest value recorded for E2 (94%). These results reflect good physicochemical quality of the products. Microbiological analyses showed the absence of pathogens such as *Staphylococcus aureus*, fecal and total coliforms, yeasts, and molds. This was observed in all sample batches throughout the storage period. However, fungal contamination was observed in the control samples (T⁻ and T⁺) on day 8 and day 14.

These results suggest that date syrup can serve as a natural alternative to sucrose without compromising the microbiological safety of yogurt during 14 days of refrigerated storage.

Keywords: yogurt, date syrup, sweetener, microbiological quality, preservation, refrigeration.

الملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم تأثير استخدام شراب التمر كمُحلٍ طبيعي على الجودة الميكروبيولوجية للزبادي المحضر منزليًا. تم إعداد عينتين من الزبادي باستخدام شراب تمر من صنف "غرس"، إحداهما تحتوي على 15% من الشراب (E1)، والأخرى تحتوي على 15% من الشراب مضافًا إليها 26% من مسحوق الحليب الكامل الدسم (E2). وقد تمت مقارنة هذه العينات مع زبادي طبيعي غير محلى (-T) وزبادي محلى بالسكروز (+T). حُفظت العينات في درجة حرارة 4°C لمدة 14 يومًا، وتم إجراء تحاليل فيزيو كيميائية وميكرو بيولوجية في الأيام: اليوم 2 و اليوم 8 و اليوم 14.

أظهرت النتائج فيزيو كيميائية أن الزبادي المحتوي على شراب التمر (E1 و E2) أظهر قيم pH تراوحت بين 4.7 و 4.9، في حين تراوحت قيم الشواهد بين 4.6 و 4.9 وتراوحت حموضة دورنيك بين 54% و 94%، حيث سُجلت أعلى قيمة في العينة E2 (94%). تتماشى هذه النتائج مع جودة فيزيو كيميائية جيدة. أما النتائج الميكروبيولوجية فقد أظهرت غياب ممرضات مثل المكورات العنقودية الذهبية، والقولونيات البرازية والإجمالية في جميع العينات طوال فترة الحفظ. كما لم تُسجل أي خمائر أو فطريات في العينات E1 و E2 من اليوم الثاني إلى اليوم الرابع عشر، بينما لوحظت تلوثات فطرية في العينات الشاهدة (-T و +T) في اليوم الثامن والرابع عشر.

تشير هذه النتائج إلى أن شراب التمر يمكن أن يُشكل بديلاً طبيعيًا للسكروز، دون التأثير على السلامة الميكروبيولوجية للزبادي خلال فترة حفظ مدتها 14 يومًا في التبريد.

الكلمات المفتاحية: زبادي محضر منزليًا، شراب التمر، مُحلٍ، الجودة الميكروبيولوجية، حفظ، تبريد.

Table des matières

Table des matières

Remerciement

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Liste des photos

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Table des matières

Introduction	1
Synthèse Bibliographique	1
I.1. Yaourt	2
I.1.1.Présentation de yaourt	2
I.1.1.1. Définition de Yaourt	2
I.1.1.2. Classification des différents types de yaourts	2
I.1.1.3.Type de ferments utilisés	3
I.1.1.4.Quantité des ferments contenue dans le produit fini	3
I.1.1.5.pH	3
I.1.2.Composition nutritionnelle de yaourt	3
I.1.3.Interet nutritionnelle du yaourt	4
I.1.4. Intérêt Thérapeutique	4
I.1.4.1. Amélioration de l'absorption du lactose	5
I.1.4.2. Stimulation du système immunitaire	5
I.1.4.3. Amélioration de la digestibilité des protéines	5
I.1.5. Fabrication du yaourt	5
I.1.5.1. Préparation et traitement du lait	5
I.1.5.2. Enrichissement en matière sèche	5
I.1.5.3. Homogénéisation	6
I.1.5.4. Traitement thermique	6
I.1.5.5.Fermentations	6

I.1.5.6. Incubation	6
I.1.5.7. Arrêt de la fermentation	6
I.1.5.8. Conditionnements	6
I.1.6. Bactéries caractéristique du yaourt	7
I.1.6.1. Intérêt et fonction	7
I.1.6.2. Bactéries lactiques spécifiques au yaourt	7
I.1.7. Qualité de Yaourt	8
I.1.7.1. But du contrôle de la qualité	8
I.1.7.2. Facteurs influant sur la qualité de yaourt	8
I.1.7.3. Qualité physicochimique du yaourt	9
I.1.7.4. Qualité microbiologique du yaourt	9
I.2. Sirop de dattes	9
I.2.1 Définition de sirop de datte	9
I.2.2. Utilisation de sirop de dattes	9
I.2.3 Principales caractéristiques du sirop de dattes	12
I.2.3.1 Propriétés nutritive	12
I.2.3.2 Propriétés physico-chimiques du sirop de dattes	12
I.2.3.3 Propriétés organoleptiques	13
I.2.4. Sirop de dattes et le diabète	13
Matériel et méthodes	15
II.1. Matériel Biologique	15
II.1.1. sirop de dattes	15
II.1.2. Yaourt	15
II.1.2.1 préparation du yaourt	15
II.1.2.2. Méthode d'échantillonnage de yaourt	15
II.2. Méthodes d'analyse	16
II.2.1 Caractérisation de l'échantillon de sirop de dattes utilisé	16
II.2.1.1. Analyses physicochimiques	17
II.2.1.2. Analyses microbiologiques	18
II.2.2. Caractérisation des échantillons de yaourt préparés	19
II.2.2.1. Analyses physicochimiques	19
II.2.2.2. Analyses microbiologiques	20
II.2.2.2.5. Recherche des levures et des moisissures	21
Résultat et discussion	23
III.1 Caractérisation de l'échantillon de sirop de dattes utilisé	23
III.1.1 Analyses physicochimiques	23

III.1.2Analyses microbiologique	24
III.2Caractérisation de l'échantillon de yaourt préparé	25
III.2.1 Analyses Physicochimiques	25
III.2.1.1Détermination de pH	25
III.2.1.2Détermination d'acidité dornic	Erreur ! Signet non défini.26
III.2.2Analyses Microbiologique	27
III.2.2.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	27
III.2.2.2.Recherche et dénombrement des staphylocoques aureus	28
III.2.2.3.Recherche et dénombrement des coliformes	30
III.2.2.4.Recherche et dénombrement des levures et des moisissures	30
Conclusion	32
Référence bibliographique.....	34
Annex.....	42

Introduction

Les produits laitiers, sont des aliments de grande consommation dans beaucoup de pays. Parmi ces produits, le yaourt. Cet aliment est un produit de coagulation du lait, produit par l'action de bactéries lactiques, telles que *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus Bulgaricus*. Il a été recommandé depuis longtemps comme aliment sain en raison de l'action bénéfique de ces bactéries lactiques (BRAHAMI, 2018). Ces bactéries, notamment les micro-organismes bénéfiques, sont désigner sous le nom de probiotiques (ZOMMITI, 2020). Ces dernières concurent les bactéries pathogènes robustes et luttent contre les maladies et les infections aiguës. Le yaourt est également un produit hautement digestible, de grande valeur nutritionnelle, apprécié pour son goût et sa texture, et généralement consommé en dessert (BRAHAMI, 2018). Il est adapté à tous les âges et même chez les sujets intolérants au lactose (ANNIC BERNAIER et *al.*, 2010).

Au marché, on peut trouver différents types de yaourts qui sont enrichis avec divers additifs, comme le sucre et d'autres ingrédients tels que des fruits frais et secs (fraises, figes séchées, les céréales...), de la vanille, du miel, et des sirops....

Parmi le sirop qu'on peut utiliser, le sirop de dattes qui a fait l'objet de notre étude actuelle, Ce coproduit précieux était autrefois utilisé comme édulcorant pour le thé. Il est fortement recommandé aux nourrissons, aux femmes enceintes, aux femmes allaitantes, aux sportifs et aux personnes en convalescence. Il est riche en fructose et peut être préconisé, dans certaines conditions et sous contrôle médical, dans les régimes des diabétiques (MIMOUNI et *al.*, 2022).

D'autre part, le yaourt à l'échelle ménagère est consommé soit de manière naturelle, soit avec l'ajout de sucre pour améliorer sa saveur. Toutefois, la consommation de sucre, principalement composé de saccharose (un sucre complexe), est déconseillée pour certaines catégories de personnes telles que les diabétiques, les personnes suivant un régime alimentaire, les jeunes enfants et les patients atteints de maladies cardiovasculaires, en raison de ses effets néfastes sur la santé.

De plus, le yaourt préparé à la maison est un produit à durée de conservation relativement courte (environ 10 jours).

Dans ce contexte, nous avons proposé l'utilisation du sirop de dattes comme alternative naturelle au sucre, et non pas en tant qu'agent de conservation.

L'objectif principal de notre étude est de produire un yaourt fait maison où le sucre a été remplacé par un sirop de dattes des variétés Ghars et de vérifier sa stabilité microbiologique durant la conservation par réfrigération à 4 °C pendant 14 jours par rapport au yaourt nature et sucré par l'addition de saccharose.

PARTIE I :
Synthèse Bibliographique

I.1. Yaourt

I.1.1. Présentation de yaourt

I.1.1.1. Définition de Yaourt

Le yaourt est un lait coagulé obtenu par fermentation lactique, provoquée par deux ferments spécifiques introduits simultanément : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces bactéries, naturellement présentes dans le lait, sont les seules autorisées dans sa fabrication. Pour garantir la qualité du produit, elles doivent rester vivantes et atteindre une concentration d'au moins 10^7 ufc/g. Ces micro-organismes, de nature thermophile, transforment le lactose en acide lactique à partir de 45°C, avec une teneur minimale de 0,7 % d'acide lactique lors de sa mise en vente (FREDOT, 2005).

Ce produit apparaît en France durant le règne de François premier. En le consommant, ce dernier guérit d'une infection intestinale. Il est préparé par un médecin turc, qui détient seul la recette (ANNIC BERNAIER et al., 2010).

C'est en 1925 que les mots «yaourt» ou« yoghourt» ont fait leur entrée officielle dans le Petit Larousse. Le premier nom (yaourt) est d'origine grecque, le second est d'origine turque (yoghourt). Sur un plan réglementaire, sous cette appellation ne peut figurer qu'un seul type de lait fermenté, celui obtenu par une symbiose entre deux bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (ANNIC BERNAIER et al., 2010).

I.1.1.2. Classification des différents types de yaourts

I.1.1.2.1. Selon la texture

Le yaourt est classé en :

-Yaourts fermes : Selon VEISSEYRE (1997) ; PACIKORAE (2004), il s'agit de yaourts généralement nature, sucrés, aromatisés aux fruits ou à la confiture (les additifs peuvent être ajoutés soit avant, soit après le remplissage des pots) coagulés directement dans leurs pots. Leur fermentation a lieu après le conditionnement, à une température comprise entre 42 et 44°C.

-Yaourts brassés : Il s'agit de yaourts coagulés en cuve, puis brassés avant d'être conditionnés en pots. Cette méthode permet d'obtenir une texture plus homogène et onctueuse, tout en assurant une bonne répartition des ingrédients ajoutés, tels que les arômes, le sucre ou les fruits (YOUB et BOUDRAA, 2017).

-Yaourts à boire : leur texture est liquide.

I.1.1.2.2. Selon le goût

Selon le goût, le yaourt se classe en (BOUCHAHDA et SAHNOUN, 2015)

-Yaourts sucrés : ils sont additionnés de saccharose à un taux variable de %.

-Yaourts aux fruits, au miel, à la confiture : ils subissent une addition inférieure à 30 % de ces différents produits.

-Yaourts aromatisés : les produits contiennent des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse.

I.1.1.2.3. Selon la teneur en matières grasses

Selon la teneur en matière grasse on distingue (BOUCHAHDA et SAHNOUN, 2015)

- Yaourts maigres** : renferment des teneurs en matières grasses inférieures à 1 %.
- Yaourts ordinaires nature** : renferment des teneurs en matières grasses de 1 % au minimum.
- Yaourts entiers** : renferment des teneurs en matières grasses égales à 3,5 % (en pratique de 3 à 4,5%).

I.1.1.3. Type de ferments utilisés

Selon la Fédération Internationale du Lait (FIL) (1992) et les règlements du Codex Alimentarius (1992), la législation concernant le yaourt exige l'utilisation obligatoire et exclusive de deux ferments particuliers : *Streptococcus thermophilus*, un cocci Gram positif, anaérobie facultatif, non mobile et capable de résister à une température de 60 °C pendant 30 minutes, ainsi que *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus*, une bacille Gram positif, immobile, asporulé et thermophile, dont la température optimale de croissance est d'environ 42 °C.

I.1.1.4. Quantité des ferments contenue dans le produit fini

D'après la Fédération Internationale du Lait (FIL) (1988), le yaourt doit contenir au moins 10^7 bactéries vivantes par gramme dans sa partie lactée jusqu'à sa date de péremption.

I.1.1.5. pH

La FIL recommande une teneur en acide lactique de 0,7 %, bien que cette valeur varie entre 0,6 % et 1,5 % selon les pays. Certaines normes exigent également un pH inférieur à 4,5 ou 4,6 (LUQUET et CARRIEU, 2005).

I.1.2. Composition nutritionnelle de yaourt

Le tableau ci-après représente la composition biochimique de yaourt selon (SYNDIFRAIS, 1997).

Tableau I : Valeurs nutritionnelles pour 125g des différents yaourts (SYNDIFRAIS, 1997).

		Yaourt nature (lait partiellement écrémé)	Yaourt nature maigre (lait écrémé)	Yaourt Nature au lait entier	Yaourt aromatisé (lait partiellement écrémé) et sucré
Protides(g)		5,4	5.6	5.2	4.8
Lipides (g)		1,5	0.3	4.3	1.3
Glucides (g)		6.2	6.5	6.2	17.5
Calcium (mg)		185	185	194	175
Valeur énergétique	Kilocalories	60	51	84	101
	Kilojoules	251	213	351	422

I.1.2.1. Glucides

La principale modification subie par le lait lors de la fermentation est la réduction de sa teneur en lactose, passant de 30 % à 20 %. À partir d'un lait enrichi en poudre de lait écrémé à 2 %, la quantité de lactose résiduel dans le yaourt est d'environ 4,5 g pour 100 g. La dégradation du lactose produit du galactose, du glucose et de l'acide lactique. Les quantités finales de galactose se situent autour de 1 à 1,5 %. Les niveaux de glucose et d'oligosaccharides restent très bas (Tableau I) (Tableau II) (SYNDIFRAIS, 1997).

I.1.2.2. Protéines

La teneur en protéines du yaourt commercial est souvent supérieure à celle du lait, en raison de l'inclusion de lait en poudre lors de sa production et de la concentration des protéines pendant le processus de fermentation. Les caséines ainsi que les protéines du lactosérum présentent une forte teneur en acides aminés essentiels, avec une biodisponibilité atteignant environ 91 %. Les protéines contenues dans le yaourt maintiennent une qualité biologique remarquable, semblable à celle du lait, car leur valeur nutritionnelle reste intacte durant la fermentation (Tableau I) (ADOLFSSON et *al.*, 2004).

I.1.2.3. Vitamines

La teneur en vitamines du yaourt est largement influencée par le type de lait utilisé. De plus, elle peut également être affectée au cours du processus de fermentation, selon les souches bactériennes choisies. Les niveaux des vitamines liposolubles A et D fluctuent en fonction de la quantité de matière grasse contenue dans le lait (Tableau II) (SYNDIFRAIS, 1997).

I.1.2.4. Minéraux

Le yaourt est une excellente source de calcium et de phosphore. En effet, les produits laitiers tels que le lait, le yaourt ou le fromage apportent la majorité du calcium hautement biodisponible dans notre alimentation. Car, grâce à un pH inférieur à celui du lait, le calcium et le magnésium dans le yaourt se retrouvent principalement sous forme ionique (tableau II) (ADOLFSSON et *al.*, (2004).

I.1.3. Intérêt nutritionnelle du yaourt

Le yaourt est un aliment vivant aux propriétés bénéfiques pour la santé digestive. Grâce à son acidité due à l'acide lactique, il limite la prolifération des germes pathogènes dans le tube digestif et stimule les mouvements péristaltiques, facilitant ainsi l'élimination des micro-organismes indésirables. De plus, *Streptococcus thermophilus* empêche l'implantation de certaines bactéries nuisibles comme les Salmonelles et les colibacilles, bien que les bactéries du yaourt ne s'intègrent pas durablement à la flore intestinale, nécessitant ainsi une consommation régulière pour en maintenir les bienfaits. Par ailleurs, les bactéries du genre *Lactobacillus* produisent du peroxyde d'hydrogène, renforçant l'action antiseptique du yaourt. Globalement, cet aliment contribue à réduire les troubles intestinaux et favorise un bon équilibre digestif (FRIDOT, 2005).

I.1.4. Intérêt Thérapeutique

Parmi les intérêts thérapeutiques du yaourt on cite :

I.1.4.1. Amélioration de l'absorption du lactose

Dans les années 1920, le yaourt est vendu exclusivement en pharmacie; les médecins le prescrivent en effet pour soigner les problèmes intestinaux des bébés.

Le lactose, un sucre présent dans le lait, n'est pas directement assimilable aux cellules intestinales comme le glucose. Pour être utile à l'organisme, il doit être hydrolysé en glucose et en galactose. Cette hydrolyse est effectuée par la lactase, une enzyme présente dans la membrane de l'intestin, du nouveau-né jusqu'à l'âge adulte. Chez l'homme, l'activité de la lactase diminue progressivement jusqu'à environ 10 % à l'âge adulte. Beaucoup d'individus n'hydrolysent pas le lactose au niveau de l'intestin, le laissant intact dans le côlon, qui peut être considéré comme une chambre de fermentation. Les bactéries dans le côlon peuvent dégrader le lactose, conduisant à la malabsorption ou à l'intolérance. L'ingestion de lactose peut causer des problèmes digestifs, qui peuvent être limités en limitant la consommation (ANNICK BERNALIER *et al.*, 2010).

Les bactéries lactiques du yaourt facilitent la digestion du lactose chez les personnes ayant une carence en lactase. Elles produisent une enzyme, la β -galactosidase, qui hydrolyse le lactose et reste active dans l'intestin grêle pendant au moins deux heures. (JEANTET, 2008).

I.1.4.2. Stimulation du système immunitaire

Le yaourt, grâce à ses bactéries probiotiques (lactobacilles et bifidobactéries), possède un effet immun régulateur en stimulant la fonction immunitaire. Sa consommation favorise la production d'interférons et d'immunoglobulines tout en activant les lymphocytes B (JEANTET, 2008).

I.1.4.3. Amélioration de la digestibilité des protéines

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait avant fermentation *in vitro* et contient deux fois plus d'acides aminés libres. Cette caractéristique découle du traitement thermique, de l'acidification et de l'action protéolytique des bactéries lactiques (JEANTET *et al.*, 2008).

I.1.5. Fabrication du yaourt

I.1.5.1. Préparation et traitement du lait

La fabrication du yaourt repose sur la préparation des levains lactiques, une étape essentielle pour garantir la qualité du produit fini. Les souches *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, conservées sous forme lyophilisée, restent actives pendant plusieurs mois. Avant leur ensemencement dans le lait pré-incubé, une phase de multiplication préliminaire est nécessaire pour augmenter leur nombre et assurer une fermentation optimale (MAHAUT *et al.*, 2000).

I.1.5.2. Enrichissement en matière sèche

La teneur en matière sèche du lait influence la viscosité et la consistance du yaourt. Les protéines jouent un rôle clé dans la texture, tandis que la matière grasse impacte les caractéristiques organoleptiques et atténue l'acidité. La teneur en matière grasse varie de 0,5 à 3,5 %, et l'extrait sec dégraissé atteint environ 14 %, dont 5 % de protéines. Cet enrichissement se fait par concentration (évaporation, osmose inverse) ou par ajout de poudre de lait écrémé ou de protéines de lactosérum (1 à 3 %), suivi d'une filtration et d'une désaération (LUQUET, 1990).

I.1.5.3. Homogénéisation

Ce traitement est appliqué aux laits gras ($10 \text{ à } 25 \times 10^6 \text{ Pa}$ à $60\text{-}90^\circ\text{C}$) soit lors de la montée en température de la pasteurisation, soit en phase ascendante, bien que des risques de contamination existent. Il améliore la texture du yaourt en limitant la synérèse, favorisant la rétention d'eau par interaction avec les protéines adsorbées sur les globules gras. De plus, il renforce la viscosité et la fermentation grâce aux interactions entre les globules gras et les caséines (LUQUET, 1992).

I.1.5.4. Traitement thermique

Le lait enrichi subit un traitement thermique visant à éliminer les germes pathogènes, inactiver certaines enzymes et favoriser le développement des ferments lactiques. Ce procédé entraîne également la dénaturation des protéines sériques (β -lactoglobuline) et leur interaction avec la caséine, renforçant ainsi la fermeté du coagulum et limitant la synérèse. Ces transformations améliorent la rétention d'eau, la texture et la stabilité du yaourt, nécessitant des conditions thermiques élevées (30 min à 85°C ou 10 s à 105°C) (LUQUET, 1990).

I.1.5.5. Fermentations

L'ensemencement en *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* doit être suffisamment élevé (1 à 7 %) pour assurer une acidification optimale. Le rapport *Streptococcus thermophilus* / *Lactobacillus bulgaricus* varie de 1,2 à 2 pour les yaourts nature et peut atteindre jusqu'à 5 à 6 pour les yaourts aux fruits (BOUDIER, 1990).

L'ensemencement direct avec des bactéries lactiques concentrées congelées se fait à un taux d'environ 0,03 %. *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* vivent en symbiose, dégradant le lactose en acide lactique, ce qui entraîne une baisse du pH (4,7 à 4,3) et une gélification du milieu (TAMIME, 1999).

I.1.5.6. Incubation

La température d'incubation ($42\text{-}45^\circ\text{C}$ pendant 2h30 à 3h30) influence la déminéralisation et la déstructuration des micelles de caséine, impactant ainsi la texture du yaourt. L'acide lactique produit se dissocie immédiatement en lactate et en protons ($\text{pH} \approx 3,9$), favorisant la gélification. Pour les yaourts fermes, l'incubation se fait en pots, tandis que pour les yaourts brassés, elle se réalise en cuve. L'objectif est d'atteindre une acidité de $70\text{-}80^\circ\text{D}$ pour les yaourts étuvés et $100\text{-}120^\circ\text{D}$ pour les yaourts brassés (ROMAIN et al., 2008).

I.1.5.7. Arrêt de la fermentation

Lorsque l'acidité atteint $70\text{-}80^\circ\text{D}$ pour les yaourts étuvés, il est essentiel de stopper l'acidification en inhibant les bactéries lactiques. Cela se fait par une phase de refroidissement, où la température est fortement abaissée. Le refroidissement se réalise en deux étapes: d'abord rapide jusqu'à 25°C , puis plus lent (jusqu'à 5°C), car l'activité bactérienne diminue sous une température de 10°C (TAMIME, 1999).

Selon le type de produit, les yaourts sont soit refroidis dans des chambres froides ventilées, soit placés à une température de $+2^\circ$ à $+4^\circ\text{C}$ pour stabiliser leur texture et leur saveur. (LUQUET, 1990).

I.1.5.8. Conditionnements

La dernière étape de fabrication est le conditionnement des yaourts, qui se fait généralement dans des pots en verre ou en plastique. Ces pots peuvent être fabriqués en usine ou formés à

partir de films d'emballage en PVC. Lors du remplissage et du dosage, des ingrédients tels que des extraits de fruits ou du sucre peuvent être ajoutés pour varier les saveurs (DANIEL et *al.*, 2010).

I.1.6. Bactéries caractéristique du yaourt

Le tableau IV représente les principaux genres de bactéries lactiques du yaourt et leurs caractéristiques physiologiques

Tableau II : principaux genres de bactéries lactiques du yaourt et leur caractéristiques (MATAMOROS, 2008).

Genre	Forme de la cellule	Type de fermentation
<i>Aerococcus</i>	Coques	Homofermentaire
<i>Carnobacterium</i>	Bacilles	Hétérofermentaire
<i>Enterococcus</i>	Coques	Homofermentaire
<i>Lactobacillus</i>	Bacilles	Homo ou hétérofermentaire
<i>Lactococcus</i>	Coques	Homofermentaire
<i>Leuconostoc</i>	Coques	Hétérofermentaire
<i>Oenococcus</i>	Coques	Hétérofermentaire
<i>Pediococcus</i>	Coques	Homofermentaire
<i>Streptococcus</i>	Coques	Homofermentaire
<i>Tetragenococcus</i>	Coques	Homofermentaire
<i>Vagococcus</i>	Coques ovoïdes	Homofermentaire
<i>Weissella</i>	Petit Bacillus	Hétérofermentaire

Les bactéries lactiques constituent un groupe de bactéries à Gram positif, regroupant douze genres dont les plus souvent étudiés incluent *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* et *Pediococcus*. Elles peuvent présenter des formes de bâtonnet ou de coque, sont non mobiles et ne forment pas de spores. Leur métabolisme est aérobie facultatif et elles ne génèrent pas de catalase. Un point commun entre toutes ces bactéries est leur capacité à fermenter des sucres en acide lactique.

Les bactéries lactiques se retrouvent dans de nombreuses niches écologiques, notamment dans le lait et les produits laitiers fermentés (PISSANGT, 1992).

Les bactéries lactiques ont un métabolisme strictement fermentaire, elles sont classées en bactéries homofermentaires qui produisent uniquement l'acide lactique, et bactéries hétérofermentaires qui produisent de l'acide lactique, de l'acide acétique, du CO₂ et/ou de l'éthanol (Tableau IV) (PILEL et *al.*, 2005).

I.1.6.1. Intérêt et fonction

- Production d'Acide lactique
- Activité Aromatisant
- Activité Texturant

I.1.6.2. Bactéries lactiques spécifiques au yaourt

Parmi les bactéries lactiques, les espèces *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* caractérisent le yaourt.

I.1.6.2.1. Caractéristiques générales de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*

I.1.6.2.1.1. *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus est une bactérie de forme de cocci (disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires) Gram-positif, anaérobie facultative et non mobile, couramment retrouvée dans les produits laitiers fermentés tels que les yaourts et certains fromages (MOUEDDEN, 2009). Elle est thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0,1 %) ainsi qu'aux antibiotiques. Elle peut également résister à une exposition à 60 °C pendant 30 minutes. Sa température de croissance optimale se situe entre 40 et 50 °C (LABIOUI *al.*, 2005).

Cette espèce joue un rôle essentiel dans la fermentation du lactose du lait en acide lactique. En plus de son action acidifiante, elle participe à l'amélioration de la texture des laits fermentés. Sa production de polysaccharides, constitués de galactose, de glucose et de faibles quantités de rhamnose, d'arabinose et de mannose, contribue également à l'augmentation de la viscosité (BERGAMAIER, 2002).

I.1.6.2.1.2. *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus est une bactérie Gram positive en forme de bacille, immobile, non sporulée et microaérophile. Elle se présente sous forme de bâtonnets ou de chaînettes. Son métabolisme est strictement fermentaire, produisant exclusivement de l'acide lactique à partir des hexoses, sans capacité à fermenter les pentoses. Elle est thermophile. Elle nécessite des concentrations élevées en calcium et en magnésium, avec une température optimale de croissance d'environ 42 °C. Elle joue un rôle fondamental dans l'amélioration des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt. (MARTY-TEYSSET, 2000).

I.1.7. La Qualité de Yaourt

I.1.7.1. But du contrôle de la qualité

La qualité englobe toutes les caractéristiques et propriétés d'un service ou d'un produit qui lui permettent de répondre aux besoins spécifiés (organoleptiques) ou sous-jacentes (comme la sécurité) Pour un produit alimentaire, elle peut être implicite. La règle des 4 S (Satisfaction, Sécurité, Service, Santé) peut être utilisée pour décrire cela (MILLER, 1995)

L'objectif du contrôle de qualité est de prévenir les risques chimiques et biologiques liés à la contamination des aliments due à une mauvaise manipulation, et d'éviter la commercialisation de produits falsifiés, toxiques ou impropres à la consommation dans le but de garantir la protection de la santé et de la sécurité des consommateurs, tout en promouvant la qualité des produits. (MILLER, 1995).

I.1.7.2. Facteurs influant sur la qualité de yaourt

Il est nécessaire de surveiller plusieurs éléments lors de la fabrication afin de garantir une qualité optimale du yaourt (GUIRAUD, 1998).

- Qualité de la poudre de lait.
- Caractéristique de l'additif laitier.
- Gestion thermique.
- Le dégagement et l'uniformisation.
- sélection des ferments

- Installation de la conception.

I.1.7.3. Qualité physicochimique du yaourt

Le yaourt doit présenter les caractéristiques physicochimiques suivantes :

- Couleur vive et uniforme
- Goût frais et parfum distinctif
- Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé)

I.1.7.4. Qualité microbiologique du yaourt

Le traitement thermique appliqué au lait avant la fabrication du yaourt est adéquat pour éliminer les microorganismes non sporulés, qu'ils soient pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que fortuite. Le pH acide du yaourt le rend défavorable aux germes pathogènes, comme c'est le cas pour la plupart des autres germes indésirables. Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt, principalement en raison de la contamination de l'air ambiant lors du conditionnement. (LARPET et BOURGEOIS, 1989).

La qualité microbienne du lait et des produits laitiers tels que le yaourt est affectée par la flore initiale du lait cru, les conditions de transformation et la contamination après le traitement thermique. Les micro-organismes fréquemment signalés et présents dans les produits laitiers incluent les psychrophiles à Gram Négatif, les coliformes, ainsi que les levures et les moisissures. De plus, différentes bactéries telles que *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, des souches pathogènes d'*E.coli* et des souches entérotoxigènes de *Staphylococcus aureus* peuvent aussi être détectées dans le lait et ses produits dérivés.

Selon la Norme Nationale 1998, N°35, publiée au Journal Officiel, le yaourt doit être libre d'agents pathogènes. À l'heure actuelle, la gestion de ces menaces nécessite la mise en œuvre d'un système de contrôle et de surveillance. La viabilité des bactéries lactiques représente le principal défi rencontré lors de la fabrication, notamment pendant le stockage, en raison de leur durée de vie limitée dans les produits laitiers fermentés. Les principaux facteurs ayant conduit à la perte de viabilité des bactéries lactiques sont attribués à la réduction du pH de l'environnement et à l'accumulation des acides organiques due à la croissance et à la fermentation (ARIBI et al., 2022).

I.2. Sirop de dattes

I.2.1 Définition de sirop de datte

Le sirop de datte est un produit naturel de texture épaisse et de couleur brune foncée. Son goût, plus doux que celui du sirop de saccharose, s'accompagne d'une excellente valeur nutritionnelle (MIMOUNI et al., 2011). Ce bioproduit est préparé à partir de dattes cuites dans l'eau, puis filtré pour éliminer les noyaux. Les fruits sont ensuite pressés afin d'extraire leur jus, qui est ensuite concentré par une cuisson à feu doux jusqu'à l'obtention d'un sirop (HACHEMI et ZOUHANI, 2015).

I.2.2. Utilisation de sirop de dattes

Les instituts diététiques modernes à travers le monde recommandent la consommation régulière de dattes et de leurs sous-produits en raison de leurs effets bénéfiques sur l'organisme.

Grâce à sa haute teneur en sucre, le sirop de datte constitue une source précieuse de sucre liquide, idéale pour divers produits alimentaires tels que les confitures d'agrumes, les boissons concentrées, la crème glacée au chocolat, les bonbons, les produits de boulangerie et les aliments biologiques. Il est également utilisé comme agent aromatisant dans les produits laitiers, notamment le lait fermenté (MIMOUNI, 2009).

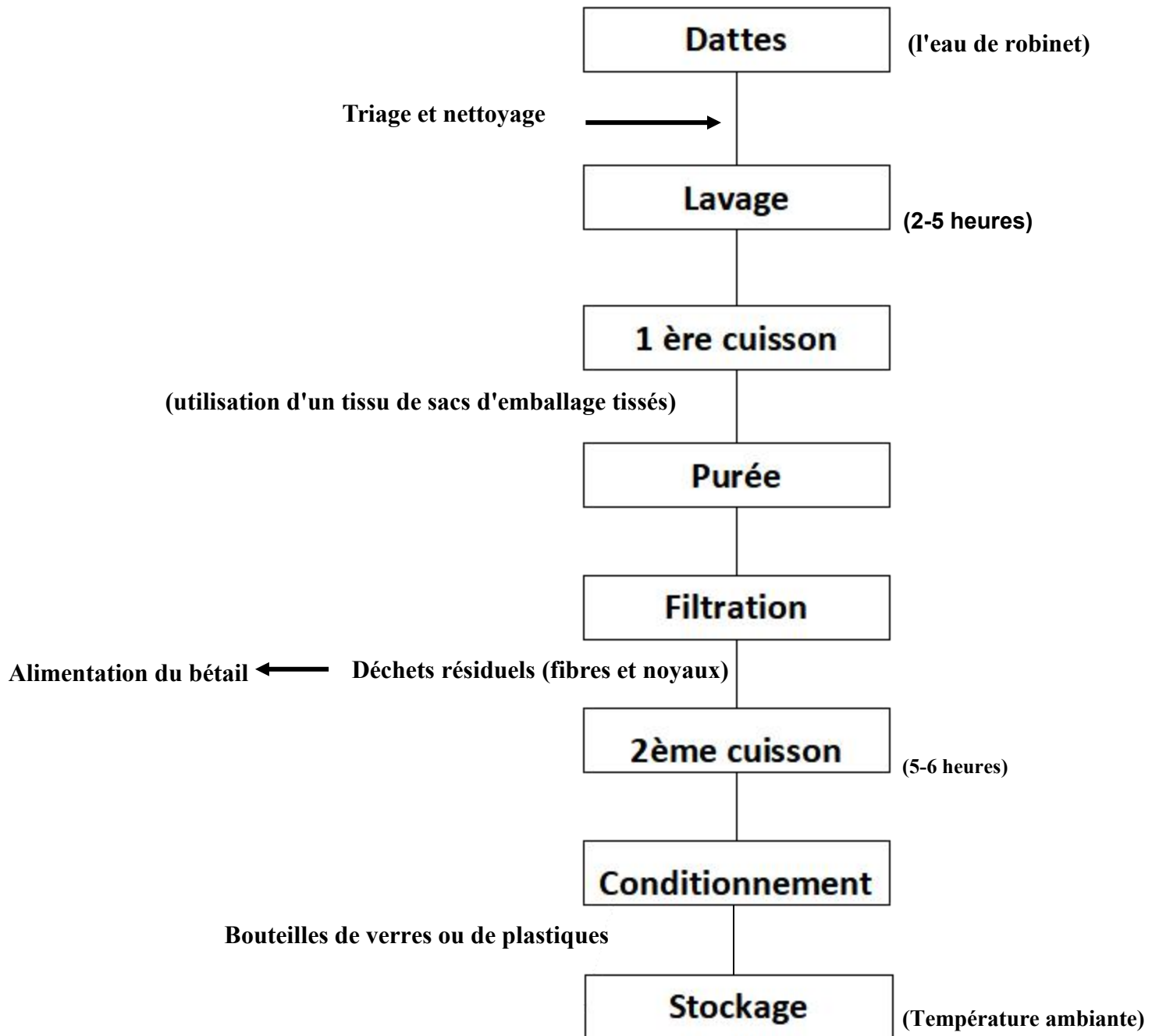


Figure 1 : Différentes étapes de la préparation traditionnelle du sirop de dattes (HOUSSNI, 2022).

I.2.3 Les principales caractéristiques du sirop de dattes

Les sirops de dattes sont principalement composés d'un ensemble de sucres qui possèdent diverses caractéristiques, mais qui, sur le plan nutritionnel, présentent globalement une équivalence énergétique. En règle générale, la composition biochimique du sirop de dattes se définit par un degré Brix oscillant entre 70 et 75 %, ce qui facilite sa conservation pendant plus de deux ans sans risque de dégradation. Il affiche une proportion d'humidité de 12 à 25 % du poids frais, ainsi qu'une concentration élevée en sucres totaux (≥ 80 %), dont la majorité se présente sous forme de sucres réducteurs. Les minéraux et les protéines sont présents en quantités faibles, entre 0 et 2 %, tandis que les fibres solubles, comme les pectines, se retrouvent à une concentration de 1 à 4 % (Tableau IV) (AL-EID, 2006; MIMOUNI et SIBOUKEUR, 2011; ALKAABI et *al.*, 2011 ; GANBI, 2012).

Tableau III - Composition biochimique du sirop de dattes (MIMOUNI, 2015).

Composition en%	AL-EID (2006)	AL-KHATEEB (2008)	MIMOUNI ET SIBOUKEUR (2011) (variété Ghars)
Teneur en eau	13.5	16	13.7
Solides solubles	86.5	84	86.3
Sucres totaux	81	79.45	80.73
Sucres réducteurs	80	74.83	79.96
Saccharose	1	4.87	0.77
Protéines	2.2	0.87	1.15
Pectines	1.8	1.6	3.86

I.2.3.1 Propriétés nutritive

Le sirop de dattes peut être élaboré à partir de dattes à faible coût sur le marché. Sa texture est fluide et sa concentration peut être ajustée. Étant un produit naturel, il peut être consommé tel quel ou employé en tant qu'édulcorant. De plus, sa production est moins complexe que celle du sucre provenant de la canne, de la betterave, ou que celle des sirops riches en fructose issus de l'industrie de l'amidon. Ce sirop peut être perçu comme un sucre inverti naturel, étant donné qu'il présente des niveaux de glucose et fructose presque équivalents, ainsi qu'un résidu de saccharose ne réagissant pas lors du processus d'inversion durant l'extraction. En outre, ce sirop contient également d'autres substances solubles dans l'eau telles que des fibres (MIMOUNI, 2015).

I.2.3.2 Propriétés physico-chimiques du sirop de dattes

La densité du sirop de dattes est particulièrement élevée en raison de sa forte concentration en solides solubles, ce qui lui confère une excellente capacité de conservation sur une longue durée. Avec une humidité de 25 %, il est naturellement protégé contre les risques d'altération

microbienne (MIMOUNI, 2015). Selon BOUJNAH et HARRAK (2012), la viscosité du sirop de datte est comparable à celle du miel.

I.2.3.3 Propriétés organoleptiques

- **Goût** : Le sirop de datte se distingue par son goût relativement sucré, attribué à sa teneur en fructose, un sucre au fort pouvoir sucrant. Sa saveur rappelle celle du fruit dont il est issu (ENTEZARI, 2004). La plupart des édulcorants à haut pouvoir sucrant présentent des arrière-goûts qui s'ajoutent à la saveur sucrée. Ces nuances, souvent dues à des impuretés, sont parfois difficiles à définir et ne s'intègrent pas clairement aux trois goûts fondamentaux : salé, acide ou amer. (MULTON et LEPATRE, 1984).
- **Couleur** : le sirop de datte il peut prendre une couleur noir- rougeâtre dans des flacons transparents (ABDELFATTAH, 1990). Selon MUNIER (1973), ce produit est stable d'une couleur plus ou moins brune.

I.2.4. Sirop de dattes et le diabète

Le sirop de dattes représente une alternative plus saine au sucre raffiné pour les personnes diabétiques. Bien qu'il contienne du glucose et du fructose, son indice glycémique (IG) est plus bas que celui du sucre blanc, ce qui signifie que son absorption par l'organisme est plus lente, réduisant ainsi les pics de glycémie et d'insuline. Il reste une source de sucre et doit être consommé avec modération par les personnes atteintes de diabète (RADET, 202

Matériel et méthodes

II.1. Matériel Biologique

II.1.1. sirop de dattes

Le sirop de datte utilisé dans ce travail nos a été fourni par un ménage élaborateur de sirop de dattes. Il a été obtenu par condensation à feu doux après diffusion des dattes variété Ghars à une température ambiante. Ce sirop était conservé à température ambiante pendant 12 mois.

Nous avons effectué une étude microbiologique du sirop de dattes avant et après son ajout au yaourt.

II.1.2. Yaourt

Le yaourt utilisé dans ce travail a été fabriqué à l'échelle ménagère en utilisant 100g de yaourt nature comme ferment.

Nous avons utilisé deux échantillons de ce produit dans notre travail. Le premier contient du sirop de dattes variété Ghars à raison de 15% (E1), le deuxième contient la même quantité de sirop de dattes mais avec une addition de poudre du lait entier à raison de 26 % (E2) afin de Oréduire la quantité d'eau ramenée par le sirop de dattes. Nous avons également utilisé un yaourt nature (témoin négatif T-) à titre comparative et un témoin positif (T+) dans le quelle nous avons ajouté du saccharose à raison de 15%.

II.1.2.1 préparation du yaourt

Le yaourt a été préparé à l'échelle ménagère en mélangeant 250g du lait entier en poudre avec 0.5 l d'eau froide préalablement bouillie. Un yaourt nature a été acheté dans une supérette dans la région de Ouargla a été ajouté comme un ferment pour la préparation. Le saccharose, le sirop de dattes, et la poudre de lait entier ont été ajouté à cette étape pour le témoin positif et les échantillons E1 et E2. Un yaourt nature a été utilisé comme témoin négatif. Nous avons par la suite complété le volume avec un litre d'eau tiède (45°C) préalablement bouillie. Le mélange a été distribué sur 80 pots stériles de 50ml. C'est ainsi qu'on a obtenue 4 lots expérimentaux dans chaque lot 20 pots de yaourt.

Les pots de yaourt ainsi préparés ont été laissés fermentés pendant 24 heures à température ambiante. Après la fermentation, ils ont été conservés par réfrigération à 4°C pendant 14 jours(fig.2).

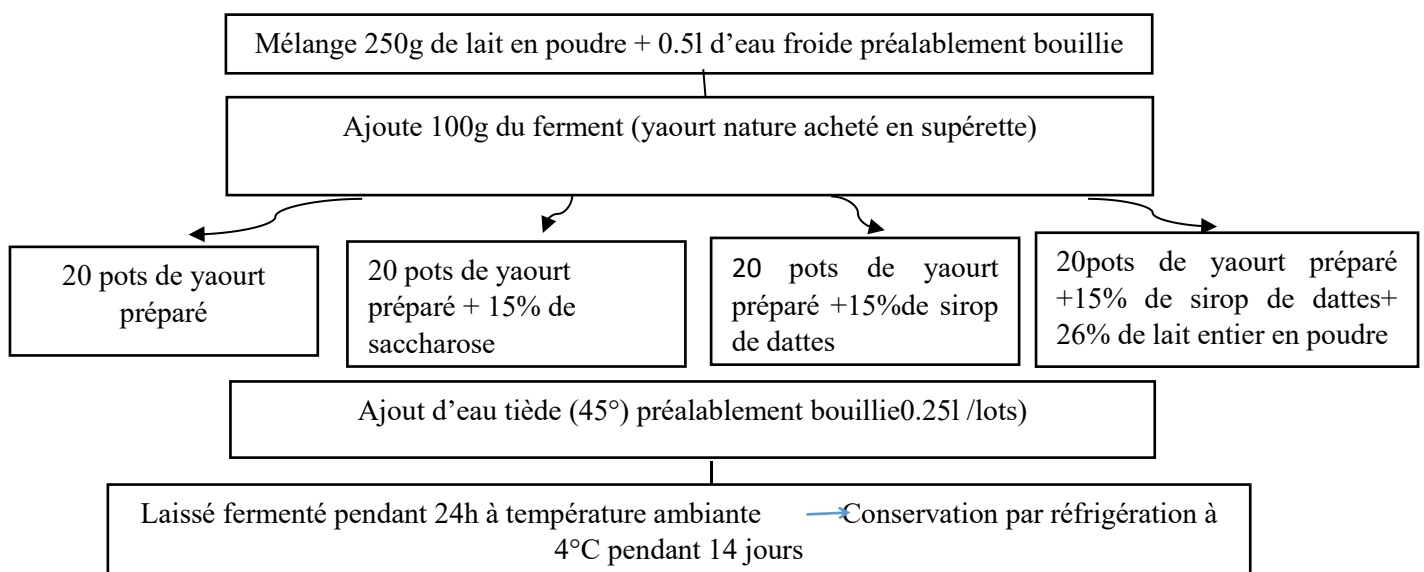


Figure2 : Technique de préparation de yaourt a l'échelle ménagère.

II.1.2.2. Méthode d'échantillonnage de yaourt

Le yaourt a été élaboré à l'échelle ménagère dans des conditions d'hygiène rigoureuses. Nous avons constitué quatre lots dont chacun contient 20 pots stériles de 50ml. Chaque pot est étiqueté puis conservé dans réfrigérateur à 4C° pendant 14 jours (photo1). Les échantillons ont été transporté au laboratoire dans une glacière à chaque prélèvement à savoir à : J2, J8, J14.



Photo 1 : Echantillons de yaourt préparés

II.2. Méthodes d'analyse

II.2.1 Caractérisation de sirop de dattes utilisé

Le sirop de dattes a été analysé sur les plans physicochimique et microbiologique avant son utilisation (fig3).

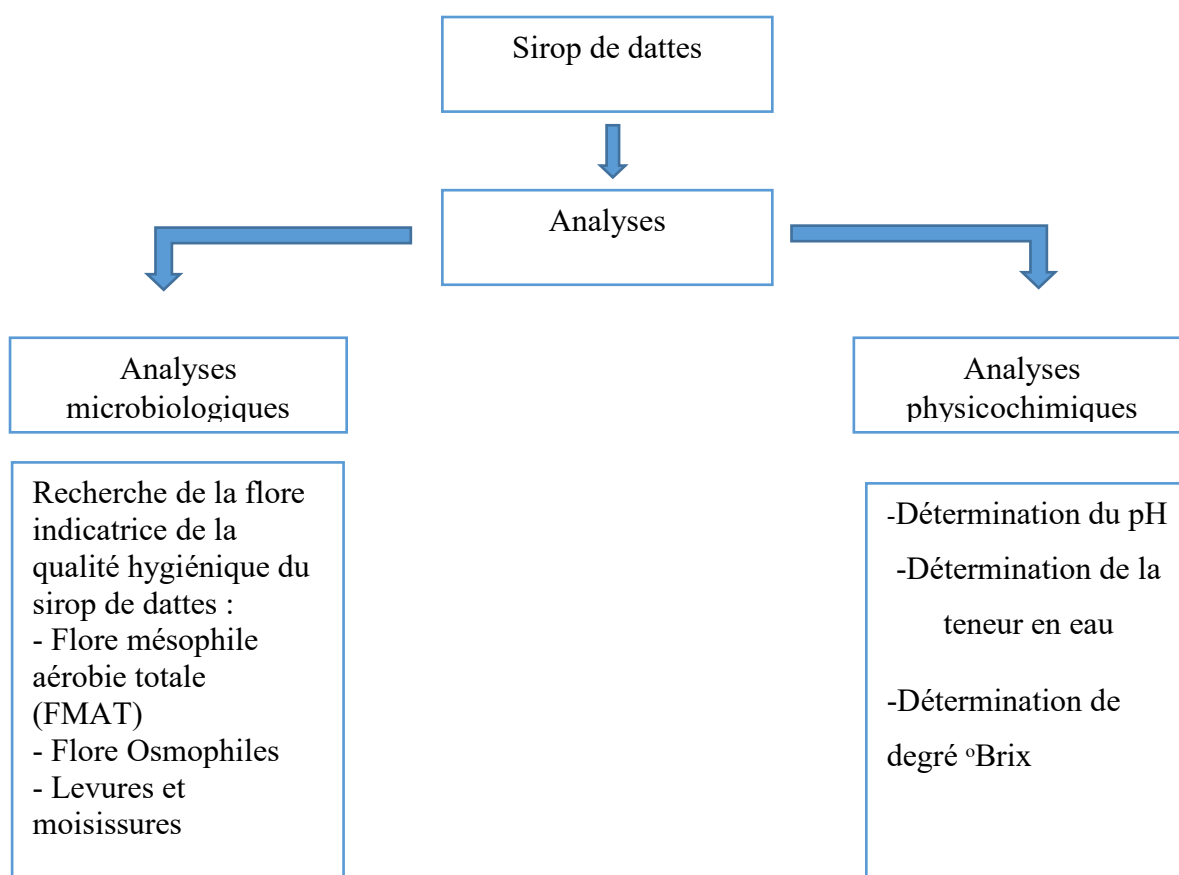


Figure 3 : Protocole Expérimentale

II.2.1.1. Analyses physicochimiques

Les analyses physicochimiques effectuées sur le sirop de dattes consistent en la mesure du pH, de la teneur en eau et de degré de brix.

II.2.1.1.1. Mesure du pH

Le pH a été mesuré avec un pH-mètre. La première phase consiste à mettre l'appareil sous tension, à enlever la sonde, puis à la rincer avec de l'eau distillée. L'étape suivante est de plonger la sonde dans l'échantillon de sirop de dattes à analyser. Pour finir, il faut lire la valeur du pH indiquée (Annexe 3) (DJOUDI, 2013).

II.2.1.1.2. Teneur en eau

La technique employée pour mesurer l'humidité des échantillons consiste en la dessiccation d'une portion du produit dans un four à $103 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ jusqu'à atteindre un poids stable (Annexe 4) (YOUB et BOUDRAA, 2017).

Elle est déterminée selon la formule suivante

$$\text{Teneur en eau \%} = \frac{M1-M2}{M1-M0} \times 100$$

Avec

M0 : poids de verre à montre vide (g).

M1 : poids de verre à montre et de l'échantillon avant séchage (g).

M2 : poids de verre à montre et de l'échantillon après séchage (g).

II.2.1.1.3. Détermination de degré Brix

Le taux de solides solubles, exprimé en degrés Brix, est mesuré à l'aide d'un réfractomètre d'Abbé. Ce dispositif fonctionne sur le principe de la réfraction de la lumière, influencée par la nature et la concentration des solutés (NOËLLE FRANÇOISE, 2015) (Annexe 5).

II.2.1.2. Analyses microbiologiques

L'appréciation de la qualité hygiénique d'un aliment se base sur l'étude de sa flore microbienne indicatrice. A ce jour, cette approche reste la méthode la plus sûre pour évaluer la qualité d'un produit alimentaire (AFFANE et MEDACI, 2024). Ces analyses consistent en la recherche et le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale, de la flore osmophile ainsi que des levures et moisissures présentes dans le sirop de dattes.

II.2.1.2.1. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

Pour les analyses microbiologiques, la solution mère est préparée en ajoutant 1ml de sirop de dattes à 9ml de d'eau physiologique stérile.

1ml de la solution mère est prélevé de manière aseptique à l'aide d'une pipette graduée stérile et est transféré dans un tube à essai qui contient 9 ml d'eau physiologique. Ce processus permet d'obtenir la dilution 10⁻¹, et la même méthode est répétée en prélèvements de 1 ml à partir de la dilution 10⁻¹, qui est introduit aseptiquement dans un tube à essai contenant 9 ml du diluant, cette dilution correspond à 10⁻². Et ainsi de suite. Quatre dilutions ont été ainsi préparées (LANNABI et SAL ,2015).

II.2.1.2.2. Recherche et dénombrement de la flore totale aérobie mésophile

La flore aérobie mésophile a été identifiée sur un milieu de culture Plate Count Agar(PCA). Par un ensemencement en masse (ou surface) où 1 ml de la dilution 10⁻² et 10⁻³ ont été ajoutés dans des boîtes de Pétri stériles. À cela, 10 à 15 ml du milieu Plate Count Agar ont été incorporés ; le tout a été parfaitement homogénéisé. Une fois la solidification terminée, les boîtes de Pétri ont été inversées et placées en incubation à 30 °C pendant 48 heures (GUIRAUD, 2012).

II.2.1.2.3. Recherche de la flore Osmophiles

Les bactéries Osmophiles se multiplient en présence de fortes concentrations de sucre tel que les confitures, le sirop de dattes, le chocolat (BOUKALKOLA et *al.*, 2022). La recherche et le dénombrement de cette flore ont été réalisés par l'ensemencement en masse de 0,1 ml des dilutions 10⁻² et 10⁻³ sur un milieu à Extrait de malt contenant 1,2 % d'agar et enrichi de 20 % de glucose l'incubation a été réalisé à 30°C durant 24 à 48 heures (LARPENT, 1997).

II.2.1.2.4. Recherche des levures et des moisissures

Les levures et les moisissures sont des micro-organismes qui se trouvent naturellement dans l'environnement et sur les aliments. Elles jouent un rôle crucial dans la décomposition des matières organiques, ce qui peut affecter l'apparence, le goût et l'odeur des produits alimentaires. Toutefois, la présence de levures et de moisissures peut également servir

d'indicateur important de la qualité des aliments, notamment pour les produits d'origine végétale et animal (GUIRAUD, 2003). La recherche et le dénombrement de cette flore ont été réalisés par l'ensemencement en masse (Ou en surface) de 0,1 ml des dilutions 10^{-2} et 10^{-3} sur un milieu de culture Sabouraud, avec une incubation à 25°C pendant 5 à 7 jours (J.O.R.A, 2016).

II.2.2. Caractérisation des échantillons de yaourt préparé

Les échantillons de yaourt fabriqués à l'échelle ménagère ont subi une caractérisation physicochimique et microbiologique durant leur conservation à 4°C pendant quatorze jours. Chaque pot de yaourt destiné aux analyses est pris au hasard à partir de chacun des 4 lots expérimentaux à J2, J8 et j14 (fig4).

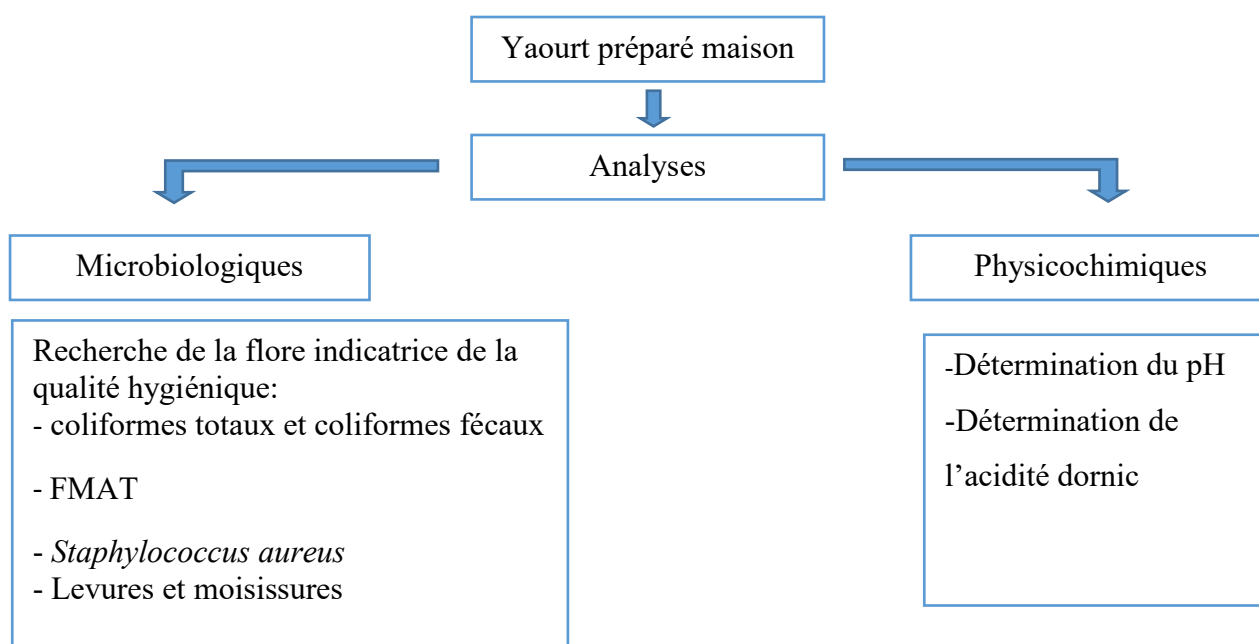


Figure 4: Procédure expérimentale

II.2.2.1. Analyses physicochimiques

Les analyses physicochimiques consistent en la détermination du pH et l'acidité dornic.

II.2.2.1.1 Détermination du pH

Pour chaque pot de yaourt, l'électrode du pH-mètre est plongée dans ce dernier. La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur l'écran du pH-mètre (Annexe 3) (BELHOULEN et DEBICHE, 2015).

II.2.2.1.2 Détermination de acidité dornic

L'acidité Dornic du yaourt est quantifiée en degrés Dornic, où 1°D équivaut à 0,1 g d'acide lactique par litre. Pour un yaourt, la valeur Dornic doit se situer entre 80°D et 100°D, tandis que pour le lait, elle doit être inférieure à 22°D. Cet acide lactique est produit par les ferments

durant le processus de fermentation du yaourt, et c'est cette molécule qui provoque l'acidité du pH du yaourt. L'acidité est mesurée avec précision par titration de 10 ml d'un échantillon de yaourt en utilisant une solution de soude caustique Na OH préparée à 0.1 N, en ajoutant 3 à 4 gouttes de phénophtaléine, jusqu'à ce que la couleur change au rose pâle indiquant la zone d'équivalence () (GUIRAUD,2012).

Les résultats sont exprimés selon le calcul suivant

Les résultats sont exprimés selon le calcul suivant

$$A^D = V_0 (\text{NaOH}) * V_1 (\text{yaourt})$$

A^D : Acidité Dornic.

V_0 : volume de NaOH.

V_1 : volume de yaourt.

II.2.2.2. Analyses Microbiologiques

Dans le but de vérifier la qualité microbiologique des échantillons de yaourt durant leur entreposage, nous avons procédé au dénombrement de divers germes sélectionnés conformément aux critères microbiologiques établis dans l'analyse des denrées alimentaires du Journal Officiel Algérien (J. O. A.R, 2017).

II.2.2.2.1. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

Dans des conditions stériles, on ajoute à l'aide d'une micro pipette 1 ml de chaque échantillon (solution mère) dans un tube à vis stérile qui contient déjà 9 ml de d'eau physiologique stérile, cette dilution correspond alors à 1/10 ou 10^{-1} . Ensuite, 1 ml de la dilution 10^{-1} est introduit de manière aseptique à l'aide d'une nouvelle micropipette stérile dans un tube contenant 9 ml du même diluant stérile, cette dilution correspond à 10^{-2} .

On continue de cette manière de 10^{-3} jusqu'à obtenir la dilution 10^{-4} . L'agitation est effectuée jusqu'à la dernière dilution et une nouvelle micropipette est utilisée pour chaque dilution subséquente (ATTALLAH et al., 2022).

II.2.2.2.2. Recherche de la flore totale aérobie mésophile (FMAT)

La flore mésophile comprend l'ensemble des micro-organismes aptes à se développer en conditions aérobies, avec une croissance optimale à 30 °C. L'examen de cette flore permet d'évaluer la qualité hygiénique du produit, en relation avec le risque potentiel pour la santé du consommateur, en signalant la présence ou le risque d'altération. L'analyse de la flore totale fournit donc des informations cruciales sur la salubrité du produit (KEBIBI, 2019).

La recherche et le dénombrement de cette flore a été effectué par ensemencement en masse de 1 ml de la dilution 10^{-3} et 10^{-4} sur le milieu PCA et incubé à 30°C pendant 48heures.

II.2.2.2.3. Recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux

Les coliformes totaux et fécaux sont présents dans les matières fécales, mais elles peuvent également se développer dans de nombreux milieux naturels comme les sols, l'eau, la végétation, et les aliments. Les coliformes intestinaux se distinguent par leur capacité à croître à des températures élevées, comprises entre 44°C et 45°C °C. La présence de ces coliformes thermo-tolérants constitue une preuve indéniable de contamination d'origine

fécale, La détection de ces coliformes thermo-tolérants est une preuve irréfutable de contamination d'origine fécale (DAABOUZI *et al.*, 2023).

Le dénombrement des coliformes a été effectué en ensemençant en profondeur 1ml de la dilution 10^{-3} et 10^{-4} de chaque échantillon dans une gélose Désoxycolate de sodium fondue et refroidie. L'incubation des boîtes de pétri se fait à 37 °C pour les coliformes totaux et 44 °C pour les coliformes fécaux pendant 48 heures.

II.2.2.2.4. Recherche des *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus sont des bactéries à Gram-positifs, souvent agencés en amas, non sporulés et coagulase -positifs. Cette espèce appartient aux bactéries aérobies-anaérobies facultatives, montrant une préférence pour un métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile, capable de se développer dans une plage de températures de 4 °C à 46 °C, avec une température de croissance optimale aux alentours de 37 °C (GUIRAUD, 2012).

Les *Staphylococcus aureus* sont dénombrés sur le milieu Braid Parker. A partir des dilutions 10^{-3} et 10^{-4} de chaque échantillon avec un ensemencement en surface. Les boîtes sont incubées à une température de 37°C pendant 24h à 48 heures.

II.2.2.2.5. Recherche des levures et des moisissures

Les levures et les moisissures peuvent proliférer dans le yaourt et servent d'indices fiables concernant la qualité globale. De nombreuses moisissures peuvent prospérer malgré l'acidité et sont capables d'exploiter des résidus de saccharose et de lactose, qui constituent une source d'énergie abondante. Ces moisissures peuvent développer une couche de mycélium à la surface du yaourt lorsque l'emballage est resté intact pendant une période prolongée, tandis que les levures ont la capacité de se développer en surface. Le dénombrement des levures et des moisissures est réalisé par culture d'une prise d'essai de dilution 10^{-3} et 10^{-4} sur un milieu de culture sélectif le Sabouraud, et l'incubation à 25°C pendant 5 à 7 jours (BEKKAOUI et AMAR BENSABER, 2023).

Resultants et discussion

III.1 Caractérisation de l'échantillon de sirop de dattes utilisé

III.1.1 Analyses Physicochimiques

Les résultats des analyses physicochimiques (pH, Degré Brix, Teneur en eau) de sirop de dattes de variété Ghars sont présentés dans le Tableau IV

Tableau IV : Résultats des analyses physicochimiques de sirop de dattes

Les analyses physicochimiques	Les résultats
pH	4.65±0.03
Teneur en eau(%)	26%
Degré Brix (D°)	72.8°D

Le pH est un indicateur clé de la qualité hygiénique des produits alimentaires. Dans les sirops de dattes, il peut influencer la stabilité des composés phénoliques, l'activité enzymatique et le goût final du produit (AL-FARSI ET AL, 2005).

La valeur de pH obtenue est égale à 4.65±0.03, ce qui indique une acidité modérée du sirop (fig4). Cette acidité est bénéfique pour la conservation du produit car elle limite la croissance des bactéries pathogènes tout en conservant les propriétés sensorielles du produit (KCHAOU et al., 2013). Selon FARAHNAKY et al.,(2016), l'acidité du sirop est principalement due aux acides organiques présents naturellement dans les dattes, ainsi qu'à la quantité d'eau utilisée lors de sa préparation.

Un pH compris entre 5 et 6 reste légèrement acide, ce qui freine la prolifération bactérienne mais favorise le développement des levures et moisissures (REYNES et al., 1994). Dans les sirops de dattes, ce paramètre peut influencer la stabilité des composés phénoliques, l'activité enzymatique et le goût final du produit (Al-FARSI et al., 2005). Par conséquent, le traitement thermique appliqué lors de la fabrication du sirop peut entraîner la dégradation de certains composés présents dans les dattes, ce qui libère des acides supplémentaires et provoque une diminution du pH. (AFFANE et MEDACI, 2024).

Le Degré Brix (°Brix) représente le pourcentage de matières solides solubles, principalement des sucres, dans une solution. Dans le cas des sirops de dattes, une valeur élevée de Brix (généralement entre 70 et 75 °Brix) traduit une concentration importante en sucres naturels, ce qui confère au produit non seulement un pouvoir sucrant élevé, mais aussi une meilleure stabilité à la conservation. En effet, une concentration élevée en sucres abaisse l'activité de l'eau, limitant ainsi la prolifération des micro-organismes (TOUATI et al., 2015). De plus, le °Brix peut être influencé par la variété de dattes, le degré de maturité des fruits, ainsi que la méthode d'extraction du sirop (BEN CHEIKH et al., 2012).

Le degré Brix mesuré pour le sirop de dattes utilisé dans ce travail est de l'ordre de 72,8(fig4), traduisant une forte concentration en sucres solubles. Cette valeur élevée est caractéristique

d'un sirop de bonne qualité. D'après MIMOUNI, (2015), un degré Brix supérieur à 70° est optimal pour les sirops de dattes, car il garantit une texture épaisse et une bonne stabilité microbiologique.

La teneur en eau constitue un paramètre essentiel dans l'évaluation de la qualité des produits alimentaires. La teneur en eau de sirop utilisé est égale à $26\% \pm 0.01$ (fig4). Typiquement, une teneur en eau plus faible (<30%) est recherchée car elle contribue significativement à la stabilité du produit en limitant l'activité de l'eau et, par conséquent, le développement microbien ((RAHMAN, 2007) ; BEN AMIRA et *al.*, 2013). Cependant, la forte teneur en sucres réduit efficacement l'activité de l'eau disponible pour les micro-organismes. La combinaison de la teneur en eau avec un degré Brix de suggère une activité de l'eau inférieure à 0.80, ce qui empêche la croissance de la plupart des bactéries pathogènes mais peut encore permettre la croissance de certaines levures Osmophiles telles que *Zygosaccharomyces rouxii* (MARTORELL et *al.*, 2007). La faible humidité permet aussi une meilleure conservation sans ajout de conservateurs chimiques. Toutefois, cette teneur peut varier selon la méthode de concentration thermique utilisée, ainsi que la variété et le taux de maturité des dattes utilisées (TOUATI et *al.*, 2015).

III.1.2 Analyses Microbiologique

Le sirop de dattes est un produit naturel riche en sucres et en éléments nutritifs, ce qui en fait un milieu favorable à la croissance de certains micro-organismes, notamment les levures, les moisissures et la flore Osmophiles. Ainsi, l'évaluation microbiologique de ce produit est indispensable pour garantir sa qualité sanitaire et sa sécurité de consommation (AIT HSSAIN et *al.*, 2020).

Dans cette étude, les résultats des analyses microbiologiques ont révélé une absence totale de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), de la flore Osmophiles ainsi que des levures et moisissures, ce qui reflète une qualité hygiénique remarquable du produit étudié. Concernant la flore mésophile aérobie totale, l'absence observée est conforme à la norme internationale NM ISO 4833:2006, qui fixe une limite maximale admissible de 10^6 ufc/ml (ISO 4833:2006). Ce résultat traduit un bon niveau d'hygiène durant le processus de fabrication ainsi qu'un stockage adéquat du produit fini.

Pour ce qui est de la flore Osmophiles, les résultats obtenus sont également en conformité avec les exigences du Journal Officiel de la République Algérienne 1998, qui recommande un seuil maximal de 10^3 ufc/ml pour les produits sucrés tels que le sirop de dattes (J.O.R.A, 1998). L'absence de ces micro-organismes, capables de se développer dans des milieux riches en sucres, indique une bonne maîtrise des conditions de transformation et de conservation.

En ce qui concerne les levures et moisissures, leur absence est conforme aux critères fixés par la Journal Officiel de la République Algérienne 2017, qui fixe une limite de 10 ufc/ml pour les produits alimentaires transformés (J.O.R.A, 2017). Ce résultat confirme la stabilité microbiologique du produit et l'efficacité des mesures de prévention contre les contaminations fongiques.

Ces résultats se concorde avec le résultat obtenu par (AFFANE et MEDACI, 2024) pour un sirop de dattes variété Ghars selon ces auteurs, l'absence de germes dans ce dernier est peut-être dû à un effet synergique de : technique de préparation, activité d'eau, pH et le teneur en sucres. Les techniques de traitement thermique visant à concentrer le sirop de datte à une

température élevée supérieure à 100 °C affectent l'activité microbienne et détruisent ainsi tous les micro-organismes. Ces dernières, notamment la flore mésophile est ralenti à des températures supérieures à 40 °C (BARRIUSO *et al.*, 2005).

III.2 Caractérisation des échantillons de yaourt préparé

III.2.1 Analyses physicochimiques

Les caractères physicochimiques de quatre échantillons de yaourt préparé à échelle ménagère pendant J2, J8 et J14 sont présentés dans les figures 05 et 06

III.2.1.1 Détermination de pH

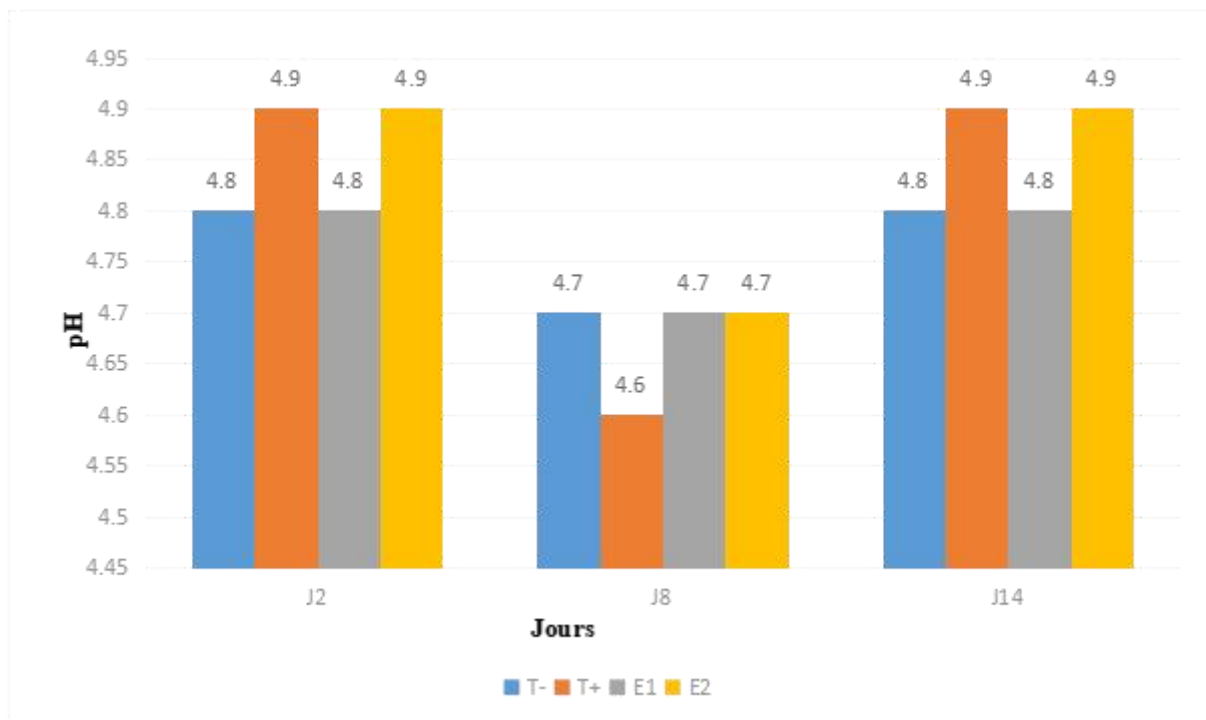


Figure 5: pH de yaourt des quatre échantillons pendant J2, J8 et J14

Le pH est un paramètre physicochimique essentiel pour évaluer la qualité et la stabilité microbiologique du yaourt. Dans cette étude, les valeurs de pH des échantillons analysés (T-, T+, E1, E2) restent comprises entre 4.6 et 4.9 tout au long de la période d'analyse (J2 à J14) (fig5), ce qui reflète une stabilité relativement bonne. Les valeurs observées sont conformes aux normes usuelles de pH pour les produits laitiers fermentés, qui se situent généralement entre 4.0 et 4.6 selon les références standards (TAMIME & ROBINSON, 2007) (J.O.R.A, 1998).

Certaines valeurs atteignent 4.9, elles restent acceptables tant que le produit conserve son acidité, ce qui inhibe la prolifération des micro-organismes pathogènes (FAO/WHO, 2001). Les échantillons E1 et E2 présentent des valeurs comparable au témoin négatif et positif. Cela peut être attribuée à une activité métabolique intense des ferments lactiques durant la phase de fermentation ou de stockage, favorisant la production d'acide lactique (JAY *et al.*, 2005). Cette baisse est cependant suivie d'une remontée du pH à J14, suggérant un ralentissement de cette activité ou un tamponnement naturel par les composants du yaourt. Globalement, l'absence de fluctuations drastiques du pH indique un bon contrôle du processus

De fabrication

III.2.1.2 Détermination de l'acidité dornic

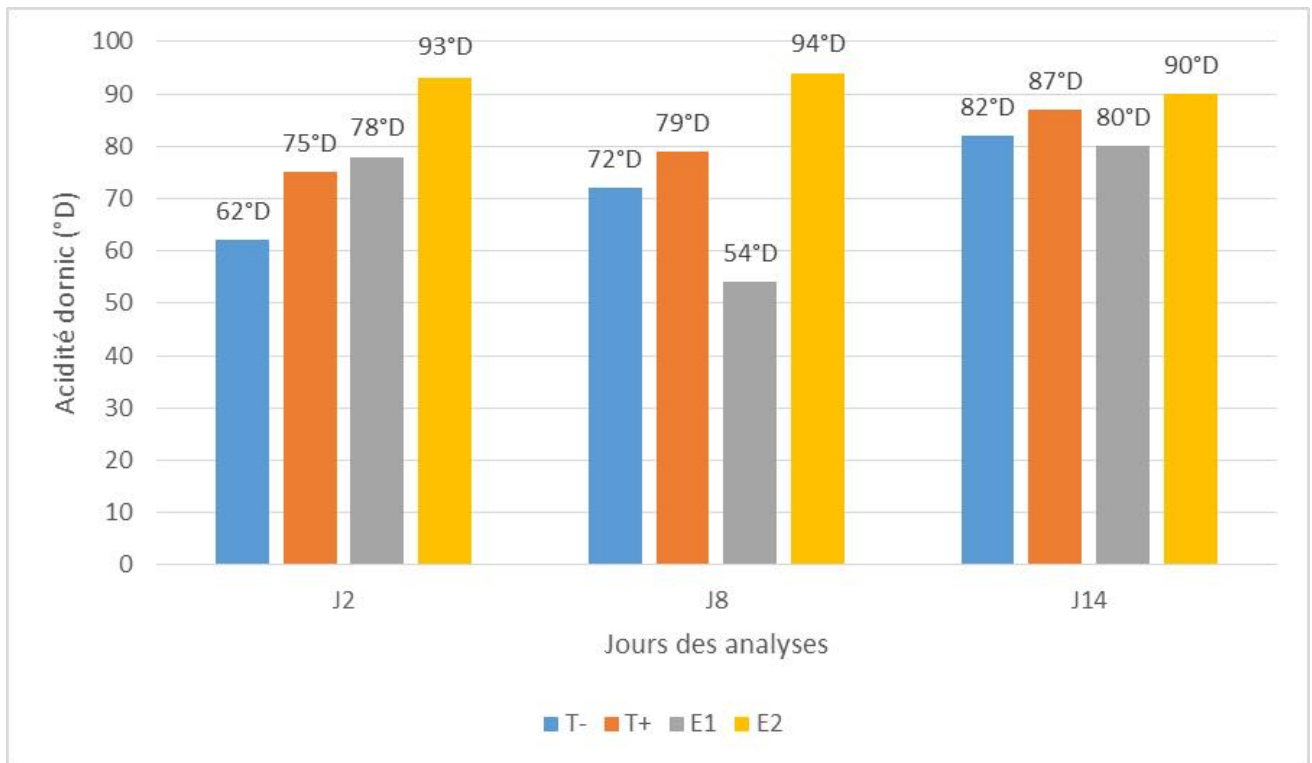


Figure 6 : Acidité dornic de yaourt des quatre échantillons pendant J2, J8 et J14

L'acidité d'un yaourt est un critère physico-chimique fondamental reflétant la qualité microbiologique, la viabilité des ferments lactiques et la stabilité du produit au cours du stockage. Elle est généralement exprimée en degrés Dornic (°D) et résulte principalement de la transformation du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) (GUIRAUD, 1998). Un yaourt standard présente généralement une acidité comprise entre 65 et 110 °D (INRA, 2003).

Les résultats expérimentaux montrent une augmentation progressive de l'acidité pour la plupart des échantillons entre J2 et J14, avec des variations significatives selon la formulation (fig6):

L'échantillon E1 enregistre une chute de l'acidité à J8 (54°D), suivie d'une remontée à J14 (80°D). Cette variation pourrait être liée à la composition du sirop de dattes, riche en composés phénoliques et antioxydants ayant un effet modulateur, voire inhibiteur, sur certaines flores microbiennes (BELARBI et al., 2014). L'adaptation progressive des bactéries pourrait également expliquer la reprise d'activité.

L'échantillon E2 affiche des taux d'acidité élevés et stables (93°D, 94°D, 90°D) durant son entreposage par rapport aux témoins et à l'échantillon E1. Cela est probablement dus à l'effet synergique du lactose apporté par la poudre de lait et des sucres simples du sirop de dattes, favorisant une fermentation soutenue (TOUHAMI et al., 2016).

En revanche le témoin négatif présente une acidité qui passe de 69°D à 82°D. Cette évolution est typique pour un yaourt nature, et elle reflète la poursuite de l'activité fermentaire

résiduelle durant le stockage à froid (GENARD *et al.*, 2001). Ce phénomène est dû à la viabilité prolongée des bactéries lactiques qui continuent à produire de l'acide lactique.

Le témoin positif enregistre une acidité qui augmente de 75°D à 87°D. L'ajout de saccharose peut fournir une source d'énergie facilement fermentescible, stimulant ainsi la croissance et l'activité métabolique des bactéries lactiques (DESMASURES *et al.*, 1998). Cela peut expliquer une acidification plus marquée.

III.2.2 Analyses Microbiologique

Tableau V: Résultats des analyses microbiologiques de yaourt préparé (UFC/ml).

	T-			T+			E1			E2		
	J2	J8	J14	J2	J8	J14	J2	J8	J14	J2	J8	J14
FMAT	Ind	Ind	Abs	7,3×10 ⁵	Ind	Abs	Ind	Abs	Abs	Ind	Ind	Abs
Staphylocoques	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	5.1×10 ⁵	Abs	Abs
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Levures et moisissures	Abs	5.7×10 ⁵	Ind	Abs	Ind	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

L'analyse microbiologique des produits laitiers fermentés comme le yaourt est cruciale pour garantir leur sécurité sanitaire et leur qualité hygiénique. Elle permet d'évaluer la présence de micro-organismes pathogènes ou d'altération tels que les staphylocoques, coliformes, levures, moisissures, et la flore mésophile aérobie totale (FMAT). La réglementation en vigueur (J.O.R.A N°39 du 2 juillet 2017) fixe des limites strictes pour la présence de ces germes dans les produits laitiers destinés à la consommation.

III.2.2.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

La flore mésophile aérobie totale (FMAT) constitue un indicateur microbiologique global largement utilisé pour évaluer la qualité hygiénique et la fraîcheur des produits laitiers (AFNOR, 2009). Au deuxième jour (J2), le témoin T- a présenté une valeur non dénombrable, traduisant une forte activité microbienne due à la richesse du milieu en nutriments tels que le lactose, les protéines et les acides aminés. Pour le témoin T+, une charge de $7,3 \times 10^5$ UFC/ml a été observée, indiquant une stimulation de la croissance bactérienne par les sucres simples facilement assimilables (GUIRAUD, 1998). Les échantillons E1 et E2 ont également montré une croissance non dénombrable, probablement due à la présence de sucres simples et de composés nutritifs favorables à la prolifération microbienne (ATTALAH, 2021).

Au huitième jour (J8), les témoins T-, T+ et E2 ont maintenu une flore non dénombrable, témoignant d'une fermentation active et continue accompagnée d'une production accrue

d'acides organiques (AFNOR, 2009). Toutefois, une absence totale de flore a été enregistrée pour l'échantillon E1, ce qui pourrait être attribué à l'effet inhibiteur des composés phénoliques et flavonoïdes présents naturellement dans le sirop de dattes. Ces molécules possèdent des propriétés antimicrobiennes connues, susceptibles de perturber les membranes cellulaires ou les processus enzymatiques des bactéries (ATTALAH, 2021).

Au quatorzième jour (J14), tous les témoins T-, T+ et les échantillon E1 et E2 ont montré une absence complète de flore microbienne, ce qui pourrait s'expliquer par l'épuisement des nutriments, l'accumulation de métabolites inhibiteurs comme l'acide lactique, la baisse du pH, ou encore la production de substances antimicrobiennes comme les bactériocines ou la diminution de l'activité de l'eau (DOUIRI, 2022).

Il est important de noter que certains résultats n'ont pas été pris en considération à cause de contaminations survenues pendant l'incubation des boîtes de Pétri, probablement dues à l'environnement ou à la manipulation.

III.2.2.2. Recherche et dénombrement des Staphylocoques

La contamination par *Staphylococcus aureus* est un indicateur d'hygiène déficiente (DESMASURES et al., 1998). Ce germe pathogène est souvent impliqué dans les toxico-infections alimentaires, en particulier lorsqu'il est présent dans des produits laitiers manipulés à des températures inadéquates. La maîtrise des conditions de transformation semble ici efficace (GUIRAUD, 1998).

Dans la présente étude, nous avons remarqué une absence des Staphylocoques pour les échantillons E1 ainsi que les témoins et une présence unique de ces germes dans l'échantillon E2 (5.1×10^5 UFC/ml) (Tableau V) à j2. Ce résultat semble être conforme aux normes de Journal Officiel Algérien (2017) qui préconise une valeur minimale égale à 10 UFC/ml de ces bactéries dans le yaourt pour l'échantillon E1 et les témoins et supérieur à la norme maximale (10^2 UFC/ml) pour l'échantillon E2 à j2. La présence de Staphylocoques peut être due à une contamination après la fermentation, probablement d'origine humaine (manipulation ou environnement) surtout en absence de stérilisation après la production ce qui constitue une alerte sanitaire sérieuse. Cela peut être confirmé par l'absence de ces germes dans le reste des boîtes et dans les autres flacons entreposés.

a) Observation macroscopique des colonies de *Staphylocoques*

L'observation macroscopique des colonies de Staphylocoques dénombrées dans l'échantillon E2 à J2 montre plusieurs colonies rondes, régulière avec des bordures lisses, de tailles moyennes à grandes (2 à 4 mm après 48h d'incubation), relief bombé, aspect lisse, parfois légèrement brillante. Leurs couleurs ont été jaune doré. Certaines opaques et de couleur crème à légèrement dorée.

b) Observation microscopique des colonies de *Staphylocoques*

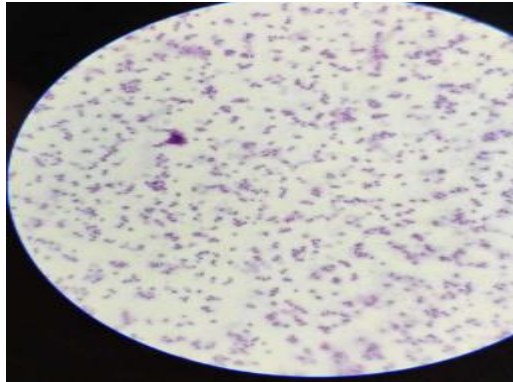


Photo 2 : Observation microscopique des colonies de Staphylocoques dénombrées à partir d'E2 à j2 après coloration de Gram (G x 100)

L'observation microscopique montre des coques Gram positives disposées en amas caractéristiques.

Cette disposition en grappes ainsi que leur réaction positive à la coloration de Gram (couleur violette) sont des indicateurs morphologiques classiques de ce pathogène (photo2).

Selon GUIRAUD, (1998) et LENOIR et *al.*, (2006), *S. aureus* est un cocci à Gram positif, souvent isolé sous forme de tétrades ou d'amas, et peut contaminer les produits laitiers par une mauvaise hygiène de manipulation ou d'équipement.

c) Test de la catalase

Le test de la catalase effectué sur les colonies de staphylocoques dénombrées à partir d'E2 à j2 montre une effervescence après l'ajout de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (photo3). Cela confirme l'appartenance probable de cette souche, car cette espèce possède une catalase, enzyme qui décompose le peroxyde en eau et oxygène. Ce test est essentiel pour distinguer les Staphylocoques.

Selon Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2001), le test de la catalase est un critère biochimique fondamental dans l'identification des coques Gram positifs

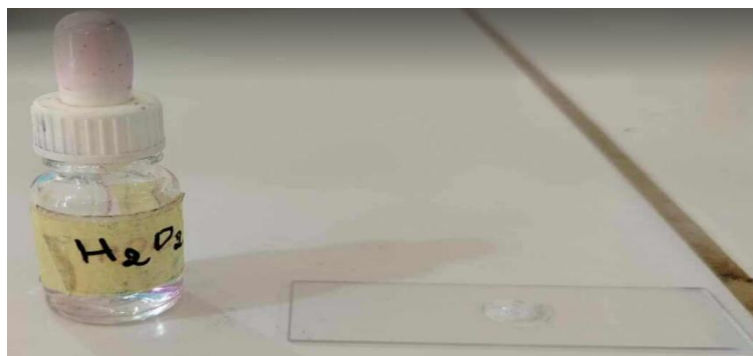


Photo 3 : Test de la Catalase des colonies de *Staphylococcus* dénombrées à partir E2 a J2

d) Test de la Coagulase



Photo 4 : Test de la Coagulase des colonies de *Staphylococcus* dénombrées à partir E2 a J2

Ce résultat indique que la souche appartient probablement au groupe des staphylocoques à coagulase négative (SCN) et pas à l'espèce *Staphylococcus aureus*. La présence de SCN dans le yaourt sucré pourrait s'expliquer par une contamination postérieure à la fermentation.

III.2.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes

L'absence de coliformes est généralement considérée comme un indicateur de propreté dans la chaîne de production (LENOIR *et al.*, 2006).

Dans ce travail, nous avons enregistré une absence totale des coliformes fécaux et totaux, dans les échantillons de yaourt et les témoins également durant les 14 jours de stockage à 4° C. Ce résultat est conforme aux normes de Journal Officiel Algérien, (2017) pour le lait fermenté ($3 \cdot 10^4$ et 30 UFC/ml pour les coliformes totaux et fécaux respectivement). Cela traduit une bonne qualité hygiénique du lait utilisé, de sirop de dattes et une bonne maîtrise de la chaîne de transformation car selon CAPPUCCINO et SHERMAN, (2008), l'absence de contamination fécale confirme l'utilisation d'eau et d'équipements propres lors de la production. Ce paramètre est essentiel pour juger de la qualité hygiénique de tout produit laitier.

III.2.2.4. Recherche et dénombrement des levures et des moisissures

La contamination par les levures est souvent associée à une mauvaise étanchéité ou une température de stockage inadéquate (MARTH et STEELE, 2001). Elle peut également résulter d'un environnement de production non maîtrisé ou d'une réutilisation d'ingrédients contaminés, comme le lait en poudre ou les ferments (ROMBAUT *et al.*, 2007). Cela justifie l'importance du contrôle strict des matières premières et des équipements utilisés tout au long de la chaîne de production.

Une telle présence est préoccupante, car elle peut altérer la qualité organoleptique et la sécurité du produit (JAY *et al.*, 2005 ; LENOIR *et al.*, 2006 ; VERNOZY-ROZAND, 2006 ; MONTVILLE *et al.*, 2012).

Au J2, une absence totale de levures et de moisissures a été observée dans l'ensemble des témoins (T- et T+), ainsi que dans les échantillons (E1 et E2), traduisant une bonne maîtrise des conditions d'hygiène, de fermentation et de stockage.

Au J8, une contamination fongique a été détectée dans les témoins : T- a présenté une charge de $5,7 \times 10^5$ UFC/ml, tandis que T+ a montré des colonies fongiques non dénombrables, indiquant une altération avancée. Ce développement pourrait être lié à l'absence de composés antifongiques dans ces formulations, voire à un effet favorable du sucre sur la prolifération des levures.

Les échantillons E1 et E2 ont maintenu une absence totale de levures et de moisissures non seulement à J2, mais également à J8, ce qui met en évidence une stabilité microbiologique remarquable.

Au J14, une dégradation fongique accrue a été observée dans les témoins. Le T- a présenté des colonies fongiques non dénombrables, tandis qu'aucune moisissure n'a été détectée dans le T+, reflétant une différence dans le degré de contamination et confirmant la faible stabilité de ces formulations au cours du stockage.

Les échantillons édulcorés au sirop de dattes (E1 et E2) ont montré des résultats remarquables, avec une absence totale de levures et de moisissures, et une charge inférieure à 10 UFC/ml (J.O.R.A., 2017), témoignant d'une grande stabilité microbiologique.

L'addition du sirop de dattes au yaourt peut être à l'origine de l'absence de levures et de moisissures après une conservation de 14 jours à 4°C par rapport aux témoins.

La contamination par les levures est souvent associée à une mauvaise étanchéité ou une température de stockage inadéquate (MARTH et STEELE, 2001). D'après les résultats obtenus pour E1 et E2, l'absence de ces germes indique une excellente maîtrise des conditions de fermentation et de stockage de yaourt.

Cette absence peut s'expliquer par la richesse du sirop de dattes en composés bioactifs tels que les polyphénols, les tanins et certains sucres naturels ayant une activité antimicrobienne. Ces substances peuvent inhiber la croissance des levures et des moisissures en perturbant leur métabolisme ou en altérant la perméabilité de leur membrane cellulaire. De plus, la viscosité du sirop peut limiter la disponibilité en eau dans le yaourt, ce qui crée un environnement défavorable à la prolifération de ces micro-organismes. Ainsi, l'ajout du sirop de dattes ne se limite pas à un rôle sucrant, mais contribue également à améliorer la stabilité microbiologique du produit fini.

Conclusion

Conclusion

Le yaourt est un aliment nutritif riche en calcium, en protéines et en bactéries bénéfiques qui favorisent la digestion et renforcent le système immunitaire. Il devient encore plus bénéfique lorsqu'il est préparé à la maison, car ce dernier est exempt d'additifs alimentaires industriels. Dans notre étude, nous avons choisi d'utiliser le sirop de dattes comme édulcorant naturel à la place du sucre industriel dans la préparation du yaourt à l'état ménagère. Ce bioproduit appelé localement « Rob », est un produit traditionnel largement utilisé dans plusieurs pays arabes. Sa fabrication est courante dans de nombreuses familles algériennes en raison de sa richesse nutritionnelle et de ses bienfaits digestifs et énergétiques. Nous avons ensuite évalué la qualité physico-chimique (pH et acidité dornic) et la stabilité microbiologique durant la réfrigération de deux échantillons de yaourt, en utilisant des témoins positif et négatif pour effectuer des comparaisons.

Les résultats physico-chimiques ont également montré une bonne qualité de yaourt testés. Les valeurs de pH entre 4,7 et 4,9, comparable aux témoins qui présentent des valeurs entre 4,6 et 4,9. L'acidité Dornic variait entre 54% et 94%. La valeur la plus élevée est enregistré par E2 (94%).

Les résultats du dénombrement microbiologique, réalisés durant la période de conservation de 14 jours à une température de 4 °C, révèlent une stabilité microbiologique globale satisfaisante des échantillons de yaourts préparés, ce qui reflète une bonne maîtrise du processus de production et un respect approprié des conditions de conservation. L'absence de coliformes totaux et fécaux, de *Staphylococcus aureus*, ainsi que de levures et de moisissures, confirme la qualité microbiologique des produits, conformément aux normes établies par le décret publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne. Puisqu'une contamination a été observée dans les deux échantillons au niveau du dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), ces résultats n'ont pas été pris en compte dans l'analyse finale.

La stabilité microbiologique des échantillons de yaourt peut être due soit une inhibition naturelle de leur croissance durant le stockage, dû à des conditions défavorables (pH acide, faible et activité de l'eau basse), soit à une erreur analytique au moment du premier prélèvement (THURETTE, 2010). Ces résultats mettent en évidence l'efficacité relative des conditions de conservation post-production, mais rappelle également la nécessité de renforcer les contrôles microbiologiques en amont, notamment sur les ingrédients ajoutés comme le lait en poudre, et de garantir une hygiène stricte lors de la phase de conditionnement (ROMBAUT et al., 2007 ; VERNIZY-ROZAND, 2006).

Enfin, ce travail peut constituer une base intéressante pour de futurs mémoires ou projets de recherche appliquée. Plusieurs pistes peuvent être explorées, notamment :

- Étudier l'effet de d'autres variétés de sirop de dattes sur les caractéristiques du yaourt (texture, goût, composition nutritionnelle).
- Utiliser du sirop de dattes comme un agent conservateur.
- Comparer l'impact de différents édulcorants naturels (miel, mélasse, sirop de figue...) sur la qualité microbiologique et physicochimique du yaourt.
- Intégrer une analyse sensorielle complète (goût, odeur, couleur, acceptabilité globale) à travers des tests de dégustation.

- Évaluer la stabilité du produit sur une durée de conservation plus longue ou dans des conditions de stockage différentes (température par exemple).
- Tester l'ajout d'ingrédients fonctionnels ou extraits de végétaux aux propriétés antimicrobiennes pour renforcer la qualité hygiénique du produit.
- Appliquer cette approche à d'autres produits laitiers artisanaux (Raïb, Laban, yaourt à boire, etc.).

Références Bibliographiques

- ABDELFATTAH A. C. (1990).** La datte et le palmier dattier, Ed. Dar El-Talae, Caire
- ADOLFSSON O., MEYDANI S. N., & RUSSELL R. M. (2004).** Yogurt and gut function. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), pp. 245–256.
- AFNOR. (2009).** Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes – Technique par comptage des colonies à 30 °C (NF EN ISO 4833-1). Association Française de Normalisation.
- AIT HSSAIN A., ENNASSIR J., BOUHLALI E. T. (2020).** Valorisation du sirop de datte : composition, propriétés physico-chimiques et intérêt nutritionnel. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(2), pp. 64–71.
- AL-EID S. M. (2006).** Chemical composition and nutritional evaluation of date syrup. *Journal of Food Chemistry*, 98(2), pp. 299-304.
- AL-FARSI M., ALASALVAR C., MORRIS A., BARON M., ET SHAHIDI F. (2005).** Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three different fruit varieties. *Journal of Food Chemistry*.
- ALKAABI J. M., AL-DABBAS M. M., & SAEED M. A. (2011).** Nutritional value and utilization of date syrup as a natural sweetener. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(5), pp. 423–429.
- AL-KHATEEB S. (2008).** Physico-chemical properties of date syrup produced from different date varieties. *Middle East Journal of Scientific Research*, 3(2), pp. 102–108.
- AMIRAT A et BENSACI I. (2017).** Classification de quelques cultivars de dattes molles algériennes selon leurs index glycémiques", Master Académique, Université Kasdi Merbah Ouargla, pp. 5- 6
- ANNICK B., HERVE B. PIERRE B., VERONIQUE B., MARIE J., JOËL D., ROBERT D. PHILLIPPE G., PHILLIPPE L. PHILLIPPE M., GERARD C. (2010).** Bonnes bactéries et bonne santé, pp. 96_101
- ARIBI R., BENSALAH F., & TOUMI S. (2022).** Impact du pH et des acides organiques sur la viabilité des bactéries lactiques dans les produits laitiers fermentés. *Revue Algérienne de Technologie Alimentaire*, 14(1), pp. 33–41.
- ATTALAH Z. (2021).** Évaluation des paramètres physicochimiques, microbiologiques et sensoriels d'un yaourt enrichi en sirop de dattes (Mémoire de Master). Université Belhadj Bouchaïb – Aïn Témouchent.
- ATTALLAH M., LOUNIS H., & MEZIANE Z. (2022).** Méthodes de dilution décimale pour le contrôle microbiologique des produits laitiers fermentés. *Revue Algérienne de Biotechnologie*, 6(2), pp. 89–95.
- BARRIUSO B., PALOP A., & FERNÁNDEZ P. S. (2005).** Effect of pH and heat treatment on the growth limits of mesophilic bacteria in food products. *Journal of Applied Microbiology*, 99(1), pp. 1–8.

- BEKKACUI M., & AMAR BENSABER M. (2023).** Contamination microbienne dans les yaourts : identification et prévention. *Journal Algérien de Microbiologie Appliquée*, 15(1), pp 33–41.
- BELARBI M., BOUZIANE F., & DERRIDJ A. (2014).** Effet des composés phénoliques des dattes sur la croissance microbienne. *Revue des Bioressources*, 2(2), pp. 65–72.
- BEN AMIRA A., DOUKANI K., & ZIDANI S. (2013).** Étude de la stabilité physicochimique du sirop de dattes traditionnel. *Revue des Sciences Alimentaires*, 7(1), pp. 34-40.
- BEN CHEIKH R., BESBES S., BLECKER C., & ATTIA H. (2012).** Caractérisation physicochimique de sirops de dattes obtenus à partir de différentes variétés tunisiennes. *Technologies et Sciences Appliquées*, 32(1), pp. 17-25.
- BENGUENE R et TABET F. (2007).** Effet bifidogène de jus de datte sur la croissance de quatre souches bifides sur milieu lait.
- BERGAMAIER D. (2002).** Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lactobacillus rhammosus* RW-959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Canada.
- BERGEY'S MANUAL OF SYSTEMATIC BACTERIOLOGY. (2001).** Volume 1: The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria. Springer-Verlag.
- BOUCHAHDA A., & SAHNOUN M. (2015).** Les produits laitiers fermentés : classification et composition. *Revue Algérienne des Sciences de l'Alimentation*, 4(1), pp. 22–29.
- BOUDIER J.F. (1990).** Produits frais. In laits et produits laitier. Vache – Brebis – Chèvre
- BOUJNAH M et HARRAK H. (2012).** Valorisation technologique des dattes au Maroc. Institut national de la recherche agronomique, édition INRA, 157p.
- BOUKALKOLA M., FERHAT A., & MERABET S. (2022).** Flore osmophile dans les produits riches en sucre : Méthodes d'identification et d'analyse. *Revue Nord-Africaine de Microbiologie*, 10(2), pp. 55–62.
- BRAHAMI M. (2018).** Étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des yaourts artisanaux vendus dans la ville de Tizi-Ouzou (Mémoire de Master). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- CAPPUCCINO J. G., & SHERMAN N. (2008).** Techniques de laboratoire en microbiologie : approche expérimentale (8e éd.). Pearson Éducation France.
- CARPENTIER B et CERF O. (2011).** Biofilms et hygiène des surfaces en industries agroalimentaires. *Revue de l'Institut Pasteur*, 6(3), pp. 215–222.
- CODEX ALIMENTARIUS. (1975).** Normes n°A 11(A).- Rome : FAO/OMS. 86p.
- CODEX ALIMENTARIUS. (2003).** *Norme pour les laits fermentés* (CODEX STAN 243-2003). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- COLLINS M.D., SAMELIS J., METAXOPOULOS J. AND WALLBANKS S. (1993).** Taxonomic studies of some *Leuconostoc* like organisms from fermented sausages, description

of a new genus *Weissella* for the *Leuconostoc paramesenteroides* group of species. *J. Appl. Bacteriol.* (75), pp. 595-603.

DAABCUZI A., TOUATI R., & KHEMICI N. (2023). Indicateurs de contamination fécale dans les produits laitiers : coliformes et implications sanitaires. *Revue maghrébine de biotechnologie*, 6(1), pp. 24–30.

DANIEL S., MARTIN F., PYILIPPE D (2010). Transforment les produits laitiers frais à la ferme, Educagri éditions

DELLAGIO F., DE ROISSARD H., TORRIANI S., CURK M.C. ET JANSSENS D., (1994). Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In : *Bactéries lactiques* (De Roissard H. et Luquet F.M.). Lorica, Uriage. 1 : pp. 25-116

DESMASURES N., FERNANDEZ, A., & GUÉGUEN, M. (1998). Mesure de l'activité fermentaire des bactéries lactiques dans les produits laitiers enrichis en sucre. *Lait*, 78(3), pp. 311–320.

DJOUDI M. (2013). Techniques de mesure du pH dans les produits alimentaires sucrés. Mémoire de Master, Université de Biskra.

DOURI D. (2022). Caractérisation microbiologique, physicochimique et nutritionnelle d'une confiture à base de sirop de dattes «Ghars» (Mémoire de Master). Université Saad Dahlab - Blida.

DUNOD. LENOIR J., LENOIR M., & GRAPPIN R. (2006). Les produits laitiers (2e éd.). Tec & Doc Lavoisier.

ENTEZARI M. (2004). Sensory and nutritional properties of date syrup. *Iranian Journal of Nutrition and Health*, 6(3), pp. 121–127.

ENTEZARI M. H., NAZARY S. H., & KHODAPARAST M. H. (2004). The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organisms. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11(6), pp. 379-384

FAO/WHO. (2001). Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria_Cordoba, Argentina.

FARAHNAKY A., MAJZOUBI M., & JAMALIAN J. (2016). Effect of organic acids and water content on quality of date syrup.

FEDERATION INTERNATIONALE DU LAIT (FIL). (1988). Recommandations microbiologiques pour les produits laitiers fermentés (Bulletin FIL n° 227). Bruxelles : FIL.

FEDERATION INTERNATIONALE DU LAIT (FIL). (1992). Lignes directrices pour la production du yaourt (Bulletin FIL n° 264). Bruxelles : FIL.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, & WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2003). *Codex standard for fermented milks: CODEX STAN 243-2003*. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FRIDOT E. (2005). Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, tec et doc, Lavoisier :(25), 397p.

- GANBI M. (2012).** Valeur nutritive du sirop de dattes et ses applications industrielles. Revue Saoudienne de Nutrition, 18(1), pp. 70–76.
- GENARD A., DUBOIS C., & HEBERT M. (2001).** Évolution de l'acidité dans les yaourts au cours du stockage. Industries Alimentaires et Agricoles, 118(6), pp. 25–30.
- GUIRAUD J. P. (1998).** Microbiologie alimentaire. (1re éd.). Dunod. Paris, pp. 314_323.
- GUIRAUD J. P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris, pp. 85_89.
- GUIRAUD J.P. (2012).** Microbiologie alimentaire. (2 éd et 3éd). Dunod .Paris, pp. 9-359
- HACHEMI H ET ZOUHANI L. (2015).**Détermination des apports en substances bioactives et évaluation de l'activité antioxydant du miel de dattes", THÈSE MASTER, Université A. MIRA – Bejaia, 6p.
- HOUSSNI K. (2022).** Procédé traditionnel de fabrication du sirop de dattes : Étapes, équipements et qualité. Revue des Produits du Terroir et Valorisation, 9(1), pp. 35–41.
- IBELHOULEN R et DEBICHE D. (2015).**Enquête sur le yaourt danoneet l'évaluation des paramètres physicochimique (Viscosité, Acidité dornic,PH) et microbiologique (Flore lactiques) du yaourt danone yaoumi ,17p.
- INRA. (2003).** Qualité et sécurité des produits laitiers fermentés. Institut National de la Recherche Agronomique. Rapport technique, Paris.
- ISO 4833 (2008).** ISO – Microbiologie des aliments – Dénombrement des micro-organismes Méthode par comptage des colonies à 30 °C.
- JAY J. M., LOESSNER M. J., & GOLDEN D. A. (2005).** Modern Food Microbiology (7th ed.). Springer.
- JEANTET R C. T., MAHAUT M SCHUCK P., BRULE G. (2008).** Les produits laitiers (Technique et documentation. Lavoisier (Ed.), Paris. ed.)
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (1998).** N° 41, pp.12–15.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (1998).** N°35, pp.6.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (2017).** N°39, pp.11-32.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (2019).** N°56, pp. 21_25.
- KCHAOU W., ABBÈS F., MANSOUR R. B., BLECKER C., ET ATTIA H. (2013).** Phenolic profile and antioxidant activity of date syrup as affected by the extraction process. Journal of Food Science and Technologie.
- KEBIBI R. (2019).** Qualité microbiologique des produits laitiers : Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale. Mémoire de Master, Université de Constantine.
- LABIOUI H., ELMOUALDI L., EL YACHIOUI M., OUHSSINE M. (2005).** sélection des souches de bactéries lactiques antibactériennes.bull-Paci Kora, E. 2004. Interactions physicochimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quel impact respectif sur la perception de la texture et de la flaveur ? Thèse de doctorat de l'institut national agronomique de Paris-Grignon, science des aliments, 258pl. Sac. Pharm. Bardeaux .pp. 237-250.

- LANNABI A., & SAL R. (2015).** Méthodologie des dilutions décimales pour l'analyse microbiologique des sirops et jus naturels. *Revue Marocaine de Sciences Alimentaires*, 3(2), pp. 41–47.
- LARPENT J. P. (1997).** Les microorganismes des produits alimentaires sucrés.
- LARPET J. P., & BOURGEOIS C. M. (1989).** Hygiène et microbiologie du lait. Paris: Éditions Tec & Doc.
- LENCIR S., HALLOUS I., & BARKAT M. (2006).** Hygiène des produits laitiers fermentés : évaluation microbiologique de la qualité des yaourts artisanaux à Alger. *Revue de Microbiologie Industrielle, Sanitaire et Environnementale*, 1(2), pp. 15–21.
- LENOIR J., FONTENOT M., & DUBOIS C. (2006).** Micro-organismes pathogènes dans les produits laitiers : risques et prévention. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 123(3), pp.34–40.
- LUQUET (1990).** Laites et produits laitiers : Transformations et technologies. Ed techniques et documentation, Lavoisier, 633p.
- LUQUET (1992).** F.M. (Eds) Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, pp. 35-66.
- LUQUET F. M., CARRIEU G. (2005).** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris, 307p.
- MADIGAN M. T., BENDER K. S., BUCKLEY D. H., SATTLEY W. M., & STAHL D. A. (2018).** Biologie des micro-organismes (14e éd.). Pearson Éducation France.
- MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G AND SCHUCK P. (2000).** Les produits industriels laitiers. Tech&Doc, Lavoisier, Paris.
- MAHI M. (2010).** Etude Technologique Des Bactéries Lactiques isolées à Partir Du Lait De Brebis. Mémoire de Magister. Microbiologie Alimentaire. Université d'Oran.
- MARTH E. H., & STEELE J. L. (2001).** Applied Dairy Microbiology (2nd ed.). CRC Press.
- MARTORELL P., FERNANDEZ-ESPINAR M. T., & QUEROL A. (2007).** Rapid identification and enumeration of *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces rouxii* in wine and grape musts by real-time PCR. *FEMS Microbiology Letters*, 273(2), pp. 239-246.
- MARTY-TEYSSET C. DE LA TORRE F AND GAREL J-R. (2000).** Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbruekii* ssp *bulgaricus* upon aeration: involvement. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(1), pp. 262-297.
- MATAMOROS S. (2008).** Caractérisation de bactéries lactiques psychrotrophes en vue de leur utilisation dans la biopréservation des aliments. Étude physiologique et moléculaire des mécanismes d'adaptation au froid. Thèse de Doctorat en Microbiologie. Université de Nantes.
- MILLER G. D. (1995).** Food safety and product quality: The four S rule. *Journal of Dairy Science*, 78(6), pp. 1294–1301.
- MIMOUNI M., DJEGHIM, F., & GUERMOUD, F. (2022).** Valorisation du sirop de dattes comme édulcorant naturel dans l'alimentation humaine. *Revue des Sciences Alimentaires*, 9(2), pp. 45–53.

- MIMOUNI Y et SIBOUKEUR O. (2011).** Etude des propriétés nutritives et Diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion, en comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (isoglucoses), issus de l'industrie de l'amidon", Thèse master, Université Kasdi Merbah Ouargla, pp. 9_ 110
- MIMOUNI Y. (2009).** Mise au point d'une technique d'extraction de sirop de dattes ; Comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie", Mémoire de magister, Université Kasdi Merbah Ouargla., pp. 12 -17.
- MIMOUNI Y. (2009).** Utilisation des dérivés de dattes dans les industries agroalimentaires. Revue Algérienne de Technologie Alimentaire, 6(1), pp. 22–28.
- MIMOUNI Y. (2015).** Développement de produits diététiques hypoglycémiant à base de dattes molles variété "Ghars", la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Thèse de doctorat. Sciences biologiques. Université d'Ouargla, pp. 1-113.
- MIMOUNI Y. (2015).** Étude des caractéristiques physico-chimiques des sirops de dattes préparés à l'échelle ménagère.
- MIMOUNI Y., & SIBOUKEUR O. (2011).** Évaluation de la composition du sirop de dattes de la variété Ghars. Revue Algérienne de Technologie Alimentaire, 7(2), pp. 19–25.
- MONTVILLE T. J., MATTHEWS K. R., & KNIEL K. E. (2012).** Principes de microbiologie des aliments (2e éd.). De Boeck Supérieur. Rombaut, R., Dewettinck, K., & Van Camp, J. (2007). Contaminations microbiennes dans les produits laitiers fermentés. Lait, 87(4-5), pp. 381–386.
- MOUEDDEN N.R. (2009).** Simulation d'un plan HACCP au niveau de la chaîne de fabrication du yaourt pour la mise en place d'un plan assurance qualité Cas laiterie yaourterie DAHRA. Mémoire de magister .Université d'Oran.
- MULTON J.L., LEPATRE F. (1984).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries Agroalimentaires. Ed APRIA, Paris : pp. 53 – 276.
- MUNIER P. (1973).** Le palmier dattier-techniques agricoles et productions tropicales. France: Maisonneuve et Larousse.
- NOËLLE FRANÇOISE D. (2015).** Utilisation du réfractomètre d'Abbé pour l'évaluation des solides solubles dans les produits sucrés. Mémoire de Licence, Université de Montpellier.
- PACIKORAE T. (2004).** Technologie du yaourt : fermentation et procédés industriels. Revue des Sciences Alimentaires, 9(2), pp. 12–19.
- PILEL A., DUPONT, J., & MARTIN L. (2005).** Caractérisation des bactéries lactiques : fermentation homo- et hétérofermentaire. Journal de Microbiologie Industrielle, 17(4), pp. 245–252.
- PISSANGT C. (1992).** Rôle des bactéries lactiques dans la fermentation des produits laitiers. Revue Française de Microbiologie Alimentaire, 8(2), pp. 115–123.
- RADET E. (2024).** Sirop de Dattes : L'alternative Naturelle au Sucre Blanc. Docteur Fitness.
- RAHMAN M. S. (2007).** Handbook of Food Preservation (2nd ed.). CRC Press

- REYNES M., LEGIN-COPINET M., & RATOMAHENINA R. (1994).** Microbial development in fruit products with intermediate moisture content.
- REYNES M., PERRIER-CORNET J. M., & BRILLOUET J. M. (1994).** Microflora of traditionally prepared date syrup. *International Journal of Food Microbiology*, 21(2), pp. 105–112.
- ROMAIN J, THOMAS C., MICHEL M., PIERR S ., GERARD B. (2008).** les produits laitiers 2ème éd tec & Doc Lavoisier, paris
- ROMBAUT R., DEWETTINCK K., & VAN CAMP J. (2007).** Contaminations microbiennes dans les produits laitiers fermentés. *Lait*, 87(4-5) pp. 381–386.
- SCHLEGEL H. G. (1990).** Microbiologie générale (7e éd.). Dunod.
- SIBOUKEUR A. (2011).** Etude d'une bactériocine (type nisine) produite par deux souches de bactéries lactiques (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*) isolées à partir des laits camelin et caprin et essai d'application dans la bioconservation des viandes. Thèse de doctorat. Sciences biologiques. Université d'Ouargla.
- SYNDIFRAIS. (1997).** Les yaourts et laits fermentés : composition nutritionnelle et qualités diététiques. Syndicat National des Fabricants de Produits Frais.
- TAMIME A. Y. et ROBINSON R. K. (2007).** *Yoghurt: Science and Technology* (3rd ed.). CRC Press.
- TAMIME A.Y AND ROBINSON R.K. (1999).** *Yoghurt: Science and technology*. Woodhead Publishing Ltd, England
- THURETTE J. (2010).** Contrôle microbiologique dans l'industrie laitière. *Industries Agro-Alimentaires*, 127(2), pp. 65–70.
- THURETTE N. (2010).** Qualité microbiologique des produits laitiers fermentés et facteurs d'influence. *Revue des Techniques Laitières*, 125(2), pp. 41–47.
- TOUATI A., BENNACEUR M., & BOUAZIZ M. (2015).** Étude physico-chimique et microbiologique de sirops de dattes traditionnels produits dans le sud algérien. *Revue des Bioressources*, 5(2), pp. 45-52.
- TOUHAMI M., BENTALEB A., & KHOUYA Y. (2016).** Impact de l'enrichissement en sirop de datte sur la fermentation lactique dans les produits laitiers. *Revue Marocaine de Biotechnologie*, 4, pp. 41–49.
- VANDAMME P., POT B., GILLIS M., DEVOS P., KERESTERS K. AND SWWINGS J. (1996).** Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematic. *Microbial. Rev.* pp. 60-407.
- VEISSEYRE P. (1997).** Les produits laitiers : nature, fabrication et consommation. Éditions Lavoisier.
- VERNOZY-ROZAND C. (2006).** Microbiologie alimentaire : dangers et maîtrise. Tec & Doc Lavoisier.

YOUB I., & BOUDRAA M. (2017). Comparaison des types de yaourts : texture, goût et qualité microbiologique. Mémoire de Master, Université de Béjaïa.

ZOMMATI H. (2020). Les probiotiques : effets bénéfiques et applications dans l'industrie laitière. Journal Algérien de Nutrition et Santé, 5(1), pp. 33–40.

Annexes

Annexe 01 : Matériel de laboratoire**Appareillage utilisé au laboratoire**

- Balance de précision
- pH-mètre
- Bain marie
- Agitateur magnétique chauffant
- Four pasteur
- Réfractomètre
- Autoclave
- Microscope optique
- Incubateur
- Réfrigérateur

Petit matériel :

- Bécher, Becs Bunsen, Pipettes graduées, Flacons en verre, Tubes à essais, Erlenmeyer stérile de 500ml, Pipettes Pasteur, Spatule, Micropipettes, Boîtes de Pétri stériles, Burette support, Lame et lamelles, gants et masques, Entonnoir,...

Produits chimiques et réactifs utilisés :

- hydroxyde de sodium (NaOH), Phénolphtaléine.
- Eau distillée
- Réactifs spécifiques : (Violet de gentiane, Lugol, Alcool, Fuchsine)
- Eau physiologie

Annexe 02 : Composition des milieux de culture**1. Composition du milieu de culture Gélose Plat Count Agar (PCA) :**

Formule en g/l d'eau distillée est :

- Peptone de caséine.....	5,0 g
- Extrait de levure.....	2,5g
- glucose.....	1,0g
-Agar.....	15,0g
-Eau distillée (Volume final).....	1000 ml

2. Composition du milieu de culture l' extrait de Malt :

Formule en g/l d'eau distillée est :

-Extrait de malt.....	3,5 %
-Glucose.....	20 %
-Agar.....	1,2 %
-Eau distillée (volume final).....	1000ml

3. Composition du milieu de culture sabouraud :

Formule en g/l d'eau distillée est :

-peptone.....	10g
-Dextrose.....	40g

- Agar..... 15
- Eau distillée (volume final)..... 1000ml

4. Composition du milieu de culture Braid Parker :

Formule en g/l d'eau distillée est :

- peptone..... 10g
- Extrait de levure..... 5g
- Glycérol..... 10g
- Pyruvate de sodium..... 10g
- chlorure de lithium..... 5g
- Glycine..... 12g
- Agar..... 20g
- Eau distillée..... 1000ml

5. Composition du milieu de culture désoxycholat de sodium :

Formule en g/l d'eau distillée est :

- peptone..... 10g
- lactose..... 10g
- citrate de sodium..... 10g
- désoxycholate de sodium..... 5g
- chlorure de sodium..... 5g
- Rouge neutre..... 0,02g
- Agar..... 15g
- Eau distillée..... 1000ml

Annexe 03 : Mesure du pH



Photo : Échantillon de sirop de dattes



Photo : Echantillons de yaourt préparé.

Annexe 04 : Teneur en eau

Mode opératoire

- Peser la capsule vide, noter ce poids **M0**.
- Ajouter 2 g de sirop de dattes et peser, poids totale **M1**.
- Mettre au four à 105°C pendant 3 heures.
- Sortir, laisser refroidir, puis peser, nouveau poids **M2**.

L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.



A : Echantillon dans l'etuve



B : Echantillon sec

Photo : détermination de teneur en eau

Annexe 05 : Détermination de degré Brix

Mode opératoire

- Nettoyer le bout en verre du réfractomètre avec de l'eau distillée et un chiffon propre.
- Mettre une goutte d'eau distillée sur le verre pour vérifier que l'appareil indique 0 °Brix.
- Essuyer l'eau, puis mettre une goutte de l'échantillon de sirop de dattes.
- Fermer le couvercle du réfractomètre et regarder à l'intérieur (ou appuyer sur un bouton si c'est un modèle numérique).
- Lire la valeur affichée : c'est le degré Brix.
- Nettoyer le verre après chaque mesure

Annexe 06 : détermination d'acidité dornic



Photo :
détermination
d'acidité
dornic

Annexe 07

Figure : Journal Officiel de la République Algérienne N°39 2017

14	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39	8 Chaoual 1438 2 juillet 2017
----	--	----------------------------------

1- Laites et produits laitiers (suite)

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Crème pasteurisée	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Crèmes glacées et desserts lactés congelés	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁵	10 ⁶
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Enterobacteriaceae (2)	5	2	50	5.10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Beurre cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Beurre pasteurisé	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Beurre concentré	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ²	5.10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	0	Absence	
	Coliformes totaux	5	0	Absence	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Laites fermentés (Lben, Raib...)	Coliformes totaux	5	2	3.10 ⁴	3.10 ⁵
	Coliformes thermotolérants	5	2	30	3.10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	3.10 ²	3.10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Yaourts ou yoghourts et desserts lactés	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	