

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun-Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par :

M^{lle} CHERRAK Hakima
M^{lle} KHELLOUT Inas
M^{lle} MERABET Samah

Thème

Formulation d'un yaourt aromatisé et édulcoré par un sirop de dattes

Soutenu publiquement le 25/06/2024

Jury :

Grade

Président : Mme MEZOUAR Djamila

MCA Université Ibn Khaldoun-Tiaret-

Encadrant : Mme MIHOUB Fatma

Professeur Université Ibn Khaldoun -Tiaret-

Examineur : Mme MOULAY Meriem

MCA Université IBN KHALDOUN -Tiaret-

Année universitaire 2023-2024

Remerciements

*Avant tout, nous remercions « **ALLAH** » qui nous a offert la volonté, le courage et la patience pour accomplir ce mémoire.*

Nos remerciements vont tout spécialement à nos familles, qui ont su nous supporter et encourager tout au long de notre vie, ainsi que leur aide inestimable, leur patience et leur soutien indéfectible.

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à madame **MIHOUB FATMA** qui a dirigé et encadré ce mémoire et qui a su nous guider et nous soutenir durant la période de la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions également les membres du jury, notre examinatrice madame **MOULAY MERIEM** pour l'honneur qu'elle nous a fait de juger notre travail, et madame **MEZOUAR DJAMILA** d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance, pour sa précieuse aide et ses encouragements.*

Tous nos remerciements vont vers l'ensemble des enseignants de la Faculté des sciences de la nature et de la vie de Tiaret.

*Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers les amis et les collègues **M2 MICROBIOLOGIE APPLIQUÉE 2023-2024** qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long des cinq années.*

Enfin toute notre sympathie et nos remerciements vont également à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Au nom d'Allah, le plus puissant et le plus grand merci lui revient de m'avoir aidé tout au long de mes années d'études.

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

Aux personnes les plus chers à mon cœur, mes parents pour leur amour, leur soutien constant, leurs encouragements, leurs

Sacrifices, leurs aides tout au long de mon parcours, sans eux ce travail n'aurait pas été possible, Que Dieu les garde pour moi.

A mes belles sœurs : Maroua, Batoule, Israa et mes chers frères : Nourdinne et Abd_eldjalil, je vous aime et je vous souhaite un avenir plein d'essor et de réussite.

A toute la famille Merabet et à mes binômes Inas et Hakima et toutes mes amies sans exception.

A ma meilleure amie Chahinaze, merci pour tous les moments que nous avons passés ensemble, je te souhaite une vie pleine de bonheur.

A tous ceux qui me sont chers et qui m'aiment.

À moi-même, avec toute la force et la détermination qui résident en moi, je dédie ce moment de réussite. Que ce soit le début d'un chemin plein de succès et d'accomplissements. Avec gratitude pour chaque obstacle surmonté et chaque leçon apprise, en avant vers l'avenir avec confiance et espoir.

Samah

Dédicace

À l'aide de Dieu ''Allah'' le tout puissant qui m'a tracé le chemin de ma vie que j'ai pu réaliser ce travail.

Je dédie ce travail spécialement

à celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait les grands.

à mon père: Mohamed qui a attendu avec patience le fruit de son Éducation.

A ma mère : Wahiba

la bougie de ma vie, la Cristèle de ma vie, la meilleure de toutes les mamans qui est pour moi un exemple remarquable de sacrifices et de courage.

À mes chers frères et soutien dans la vie : Abdel Madjid~Abdel Hamid~Abdel Malek

À toutes mes amies, à toute la promo de MICROBIOLOGIE APPLIQUÉE 2023~2024

INAS

Dédicace

*Avant toute chose je tiens à remercier Dieu le tout puissant pour m'avoir donné
la force et la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie*

particulièrement :

*Aux deux êtres qui me sont les plus chers au monde "**mes parents**"*

*A **ma mère** -Messaouda- pour son soutien, son éducation, et sacrifices pour devenir enfin ce
que je suis*

*A **mon adorable père** -Abed- qui m'a toujours soutenu moralement et matériellement et qui ne
s'est arrêté de m'encourager tout au long de mon cursus*

Que Dieu leur donne santé et longue vie

A mes sœurs : Nadia et Faiza.

*A mes frères : Saad et Yacine qui m'ont encouragé et soutenu dans toutes les situations
difficiles.*

*Je dédie ce travail à ma famille, ma bougie lumineuse dans ma vie, que Dieu te protège pour
moi.*

Ce mémoire est aussi le tien

*A notre promotrice Mme Mihoub qui nous a encadrée, suivie et orientée durant tout
au long de ce modeste travail.*

A mes chères amies surtout Hayat et Hadil

A mon trinôme Samah et Inas.

Hakima Lamia

SOMMAIRE

Liste des abréviations	i
Liste des tableaux	ii
Liste des figures.....	iii
Introduction	1
Chapitre I : Matériel et Méthodes.....	3
I.1. Objectifs de l'étude	3
I.1.1. Objectif général	3
I.1.2. Objectifs spécifiques	3
I.2. Lieu et période de l'étude.....	3
I.3. Matériel	4
I.3.1. Matières premières	4
I.3.1.1. Dattes.....	4
I.3.1.2. Lait	4
I.3.2. Matériel biologique	4
I.3.2.1. Souche	4
I.3.3. Matériel de laboratoire et produits utilisés.....	4
I.4. Méthodes	5
I.4.1. Protocole expérimental.....	5
I.4.2. Production de sirop de dattes	7
I.4.3 Fabrication du yaourt	9
I.4.3.1. Préparation de lait	10
I.4.3.2. Standardisation de la matière grasse	10
I.4.3.3. Homogénéisation.....	10
I.4.3.4. Traitement thermique	10
I.4.3.5. Refroidissement.....	11
I.4.3.6. Ensemencement.....	11

I.4.3.7. L'ajout de sirop de dattes	11
I.4.3.8. Mise en pots	11
I.4.3.9. Incubation.....	12
I.4.3.10. Refroidissement.....	12
I.4.4. Analyses physicochimiques des sirops de dattes	12
I.4.4.1. TSS	12
I.4.4.2. Détermination du pH.....	12
I.4.4.3. Détermination de l'acidité titrable	13
I.4.5. Caractérisation sensorielle, physicochimique et microbiologique du yaourt..	14
I.4.5.1. Analyses physicochimiques du yaourt	15
I.4.5.1.1. Détermination du pH.....	15
I.4.5.1.2. Détermination de l'acidité titrable	15
I.4.5.2. Analyses microbiologiques du yaourt.....	15
I.4.5.2.1. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales.....	15
I.4.5.2.2. <i>Staphylococcus aureus</i> à coagulase positive.....	16
I.4.5.2.3. Les entérobactéries.....	16
I.4.5.2.4. Les salmonelles	16
I.4.5.3. Analyses sensorielles des yaourts	18
I.4.5.3.1. Analyse hédonique	18
I.4.5.3.2. Analyse descriptive	18
I.4.5.3.3. Préparation et présentation de yaourts	18
I.4.6. Analyse statistique	18
Chapitre II : Résultats et Discussion	20
II.1. Résultats des analyses physicochimiques des sirops de dattes	20
II.1.1. TSS.....	20
II.1.2. pH.....	21
II.1.3. Acidité titrable	21

II.2. Critères de choix expérimentaux : concentration et temps de l'ajout du <i>Rubb</i>	22
II.3. Résultats de la cinétique des paramètres physicochimiques des yaourts.....	23
II.4. Résultats des analyses microbiologiques des yaourts.....	26
II.5. Résultats des analyses sensorielles du yaourt	27
II.5.1. Caractérisation de la population de l'étude.....	27
II.5.1.1. Répartition selon le sexe	27
II.5.1.2. Répartition selon l'âge	28
II.5.1.3. Répartition selon le niveau d'étude	28
II.5.2. Résultats de l'épreuve hédonique	28
II.5.2.1. Répartition selon les données sociodémographiques.....	29
II.5.2.1.1. Répartition selon le sexe	29
II.5.2.1.2. Répartition selon l'âge	30
II.5.3. Résultats de l'épreuve descriptive	31
Conclusion et perspectives	34
Références bibliographiques	36
Annexes	41

Liste des abréviations

- AFNOR : Association française de normalisation
- ANOVA : analyse de la variance
- EPT : Eau peptonée tamponnée
- ISO : Organisation internationale de normalisation
- JOA : Journal officiel de la réglementation Algérienne
- MG : Matière grasse
- N : Normalité
- NaOH : Hydroxyde de sodium
- pH : potentiel d'hydrogène
- SAN : Sirop de dattes avec noyaux
- SFB : Bouillon Selenite-Cystine
- SSN : Sirop de dattes sans noyaux
- TSE : Tryptone sel eau
- TSS : Taux solide soluble
- VRBG : Gélose lactosé biliée au cristal violet et au rouge neutre
- YS : Yaourt sucré
- YSAN : Yaourt de sirop de dattes avec noyaux
- YSSN : Yaourt de sirop de dattes sans noyaux

Liste des tableaux

Tableau I. Appareillage et verreries	5
Tableau II. Produits chimiques, milieux de culture et autre matériel utilisés.....	5
Tableau III. Résultats de pH des deux sirops de dattes	21
Tableau IV. Résultats de l'acidité titrable des deux sirops de dattes	21
Tableau V. Résultats des différentes concentrations et du temps de l'ajout du <i>Rubb</i> étudiés.....	23
Tableau VI. Résultats de l'analyse de la variance des effets seuls et en interactions .	24
Tableau VII. Analyses microbiologiques des trois types des yaourts	26
Tableau VIII. Pourcentages donnés par l'analyse hédonique (n= 40).....	29
Tableau IX. Appréciations des trois types des yaourts selon le sexe (n=40).....	30
Tableau X. Appréciations des types de yaourt selon la tranche d'âge (n=40)	30
Tableau XI. Scores moyens donnés par le test descriptif pour les yaourts	31
Tableau XII. Etudes réalisées sur différents laits fermentés à base de dattes et dérivés	32

Liste des figures

Figure 1. Schéma du protocole expérimental	6
Figure 2. Etapes de préparation de sirop de dattes	8
Figure 3. Etapes de préparation des yaourts	9
Figure 4. Différentes analyses réalisées sur les yaourts	14
Figure 5. Résultats de l'analyse de TSS des deux sirops de dattes	20
Figure 6. Résultats de la cinétique de l'acidité et du pH des trois types de yaourt	23
Figure 7. Répartition de la population selon le sexe.....	27
Figure 8. Répartition de la population selon l'âge.....	28
Figure 9. Répartition de la population selon le niveau d'étude	28
Figure 10. Apparence des trois types des yaourts	31

INTRODUCTION

Introduction

Les produits laitiers fermentés sont largement fabriqués dans de nombreux pays et leur consommation est de plus en plus importante (**Savadogo et Traore, 2011 ; Béal et Helinck, 2019**). Le yaourt, un des plus anciens aliments fermentés connus à travers le monde détient une place importante et est très apprécié par différentes tranches d'âge à cause de sa valeur nutritionnelle, sensorielle et fonctionnelle constituant ainsi un bon allié pour la santé de l'Homme (**Savadogo et Traore, 2011 ; Yacoub et al., 2024**). Cet aliment est le plus souvent aromatisé et édulcoré avec des fruits et/ou autres ingrédients ; ce qui soutient l'introduction de nouvelles générations de yaourts qui est en pleine expansion constituant des desserts et des collations à bon marché (**Béal et Helinck, 2019 ; Al-Sahlany et al., 2023**). En effet, la consommation mondiale du yaourt a augmenté de 14,7% entre 2017 et 2022 et le marché de cet aliment en Afrique et particulièrement en Algérie, a été identifié ayant une croissance très rapide (**FAOSTAT, 2024**).

D'autre part, la datte ; fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est très abondant et diversifié dans les régions du sud algérien (**Hannachi et al., 1998 ; Gourchala et al., 2022**) et est consommée tel quel ou sous forme de dérivés comme la pâte et les sirops de dattes connus sous le nom de « *Rubb* » (**Mimouni et al., 2023**). Ce dernier constitue une source importante de nutriments essentiels de base tels que les sucres simples facilement assimilables, les acides aminés essentiels avec un apport vitaminique et minéral conséquent en plus de ses grandes propriétés biologiques vue sa richesse en polyphénols et en antioxydants (**Shahein et al., 2022 ; Jambi, 2018**).

Ces dernières années, le retour en force de la consommation de sucre favorisée par les produits industriels inquiète de plus en plus et menace la santé de l'Homme conduisant ainsi à l'apparition de plusieurs maladies telles que l'obésité et les maladies cardiovasculaires (**Slavica et Mirijana, 2023**). Ceci a incité les chercheurs de différents pays producteurs de dattes comme l'Egypte, l'Arabie saoudite et l'Iran à trouver des alternatives pour substituer le sucre par des produits à base de dattes tels que le sirop qui est utilisé comme édulcorant et/ou exhausteur de goût dans la fabrication de différents aliments laitiers fermentés (**Jambi, 2018 ; Al-Bedrani et al., 2019 ; Ali et al., 2023 ; Yacoub et al., 2024**).

Toutefois, en Algérie, peu d'études ont été consacrées à l'élaboration de nouveaux produits fermentés à partir de dattes et/ou dérivés (**Hariri et al., 2018 ; Djaoud et al., 2020**), ce qui a justifié notre problématique qui a porté sur la formulation d'un yaourt édulcoré et

aromatisé avec un sirop d'une variété algérienne de dattes et ce par des caractérisations physicochimiques, microbiologiques et sensorielles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1. Objectifs de l'étude

I.1.1. Objectif général

L'objectif général de notre étude est l'essai de fabrication d'un yaourt à base de sirop de dattes algériennes de la variété *H'mira*.

I.1.2. Objectifs spécifiques

Lors de notre étude, nous avons envisagé de substituer le sucre blanc du yaourt avec un sirop de datte « *Rubb* ». Dans un premier temps, deux types de sirops ont été préparés à base la variété *H'mira* avec et sans noyau. Par la suite, trois types de yaourts fermes ont été fabriqués :

- Deux yaourts édulcorés par le sirop de dattes avec et sans noyau ;
- Un yaourt témoin édulcoré avec le sucre blanc.

Sur les sirops de dattes ainsi que sur les yaourts préparés, ont été réalisées quelques analyses physicochimiques.

- Une analyse microbiologique a été réalisée sur les trois yaourts préparés en se référant aux normes relatives aux critères microbiologiques fixés par la réglementation algérienne aux jours : 0, 7, 14 et 21 de leur conservation à 4°C.

Enfin, dans le but d'apprécier l'acceptabilité de ces yaourts par le consommateur algérien, une analyse sensorielle a été effectuée.

I.2. Lieu et période de l'étude

Notre travail a été réalisé dans les laboratoires de microbiologie et de technologie alimentaire de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn Khaldoun - Tiaret- ; durant la période qui s'est étalé du 11 Février au 17 Mars 2024.

I.3. Matériel

I.3.1. Matières premières

I.3.1.1. Dattes

Six (06) kilogrammes de la variété *H'mira* provenant la région de Ghardaïa, ont été achetés sur un marché de la commune de Frenda (wilaya de Tiaret) et ont servi à la confection des sirops de l'étude.

Le choix de la variété *H'mira* est justifié par son utilisation fréquente dans la fabrication du sirop de dattes en Algérie à cause de son coût et sa disponibilité.

I.3.1.2. Lait

Pour préparer le lait qui a servi à la fabrication du yaourt, deux types de poudres ont été utilisées :

- Une poudre de lait entier de marque « Milko-Spray » a été achetée dans le commerce et dont la composition est présentée dans **l'annexe 01** ;
- Une poudre de lait écrémé provenant de l'unité de production de lait de la wilaya de Tiaret (Giplait).

I.3.2. Matériel biologique

I.3.2.1. Souche

Les deux souches utilisées pour la fabrication de yaourt sont :

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ; qui nous ont été fournies de l'unité de production de lait de la wilaya de Tiaret (Giplait) sous forme d'un mélange lyophilisé prêt à l'emploi (**Annexe 02**).

I.3.3. Matériel de laboratoire et produits utilisés

Les verreries, les appareillages, les produits chimiques et les milieux des cultures utilisés sont présentés dans les **tableaux I et II**.

Tableau I. Appareillage et verreries

Appareillage	Verreries
Agitateur à plaque chauffante	Béchers (50,250, 500ml)
Autoclave	Burettes graduées (25ml)
Bain marie (MEMERT)	Eprouvettes (10ml)
Balance analytique (KERN 440-45N)	Entonnoir
Bec bunsen	Tubes à essai
Incubateur (MEMERT)	Flacons en verre
pH-mètre (METTLER TOLEDO)	Pipettes pasteur
Réfrigérateur (FRIGOR)	Verre à montre
Réfractomètre	

Tableau II. Produits chimiques, milieux de culture et autre matériel utilisés

Produit/milieu	Autre matériel
Alcool	Boîtes de Pétri
Eau distillée	Baro magnétique
Eau minérale de marque « SAIDA »	Micropipette (100- 1000µl)
Phénophtaléine	Portoir
NaOH	Seringue
TSE	Tissu en mousseline
EPT	Spatule
VRBG, Baird Parker, Hektoen (Annexe 03).	

I.4. Méthodes

I.4.1. Protocole expérimental

Les principales étapes de notre expérimentation sont résumées dans la **figure 01**.

SSN : sirop de datte sans noyau ; SAN : sirop de datte avec noyau

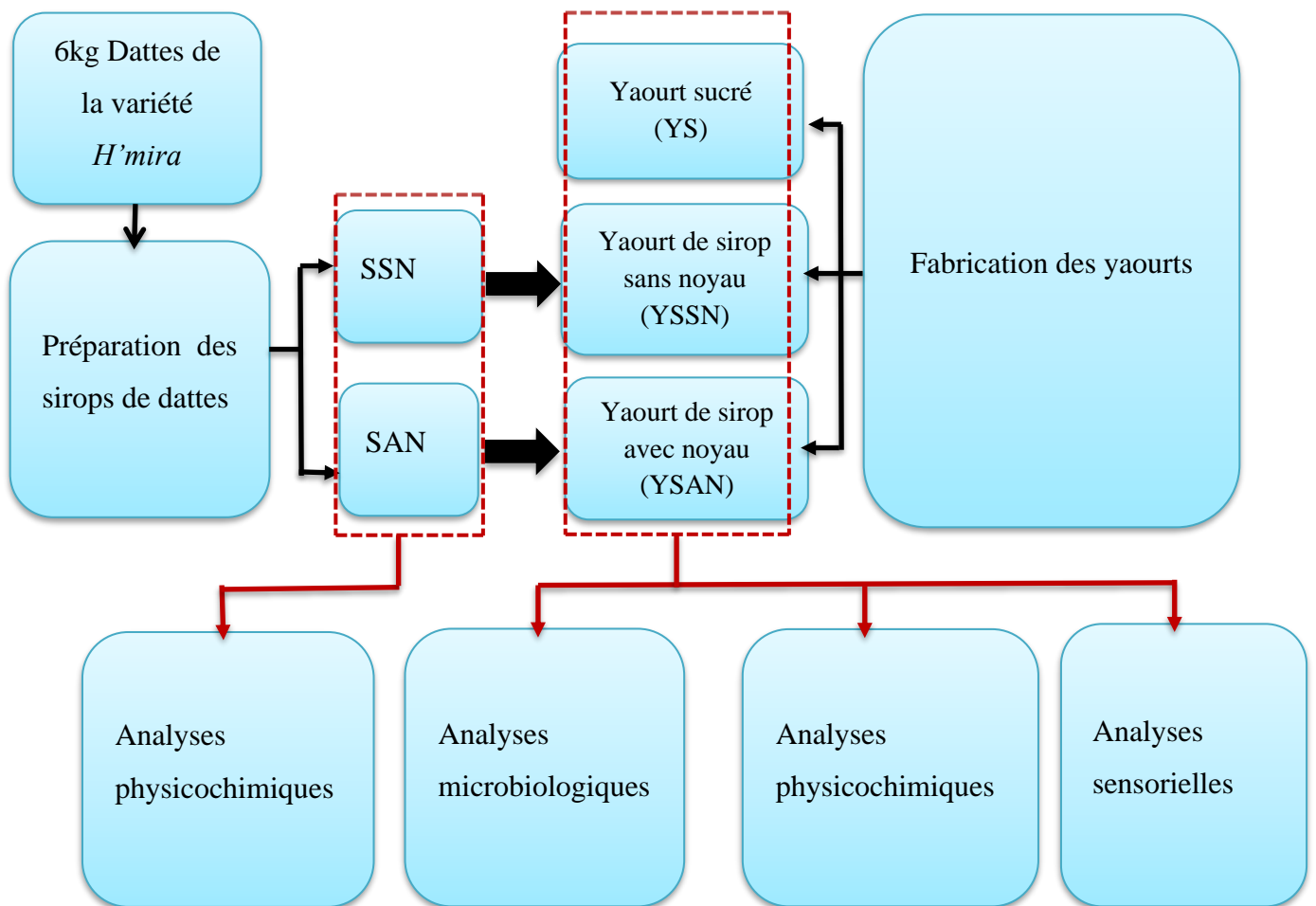


Figure 1. Schéma du protocole expérimental

I.4.2. Production de sirop de dattes

La fabrication de *Rubb* à partir des dattes de la variété *H'mira* avec noyaux (SAN) et sans noyaux (SSN) a été effectuée selon la méthode traditionnelle avec quelques modifications. Le processus commence par le triage et lavage des dattes ainsi que le dénoyautage pour le sirop de datte sans noyaux. Six (6) kilogrammes de dattes ont été ajoutés à douze (12) litres d'eau. Le mélange a été cuit à une température de 65°C pendant environ quatre heures avec agitation plusieurs fois. Après la cuisson, une filtration manuelle a été effectuée en utilisant un tissu en mousseline propre pour obtenir le jus. Le résidu a été rincé pour extraire le maximum de jus et l'incorporer dans le filtrat précédant. Ce jus a ensuite été concentré jusqu'à atteindre 80°brix. Finalement, les sirops résultants ont été conditionnés dans des bocaux en verre stériles et conservés à une température de 4°C jusqu'à leur utilisation (**Annexe 04**).

Les principales étapes de fabrication du sirop de dattes sont présentées dans la **Figure 02**.

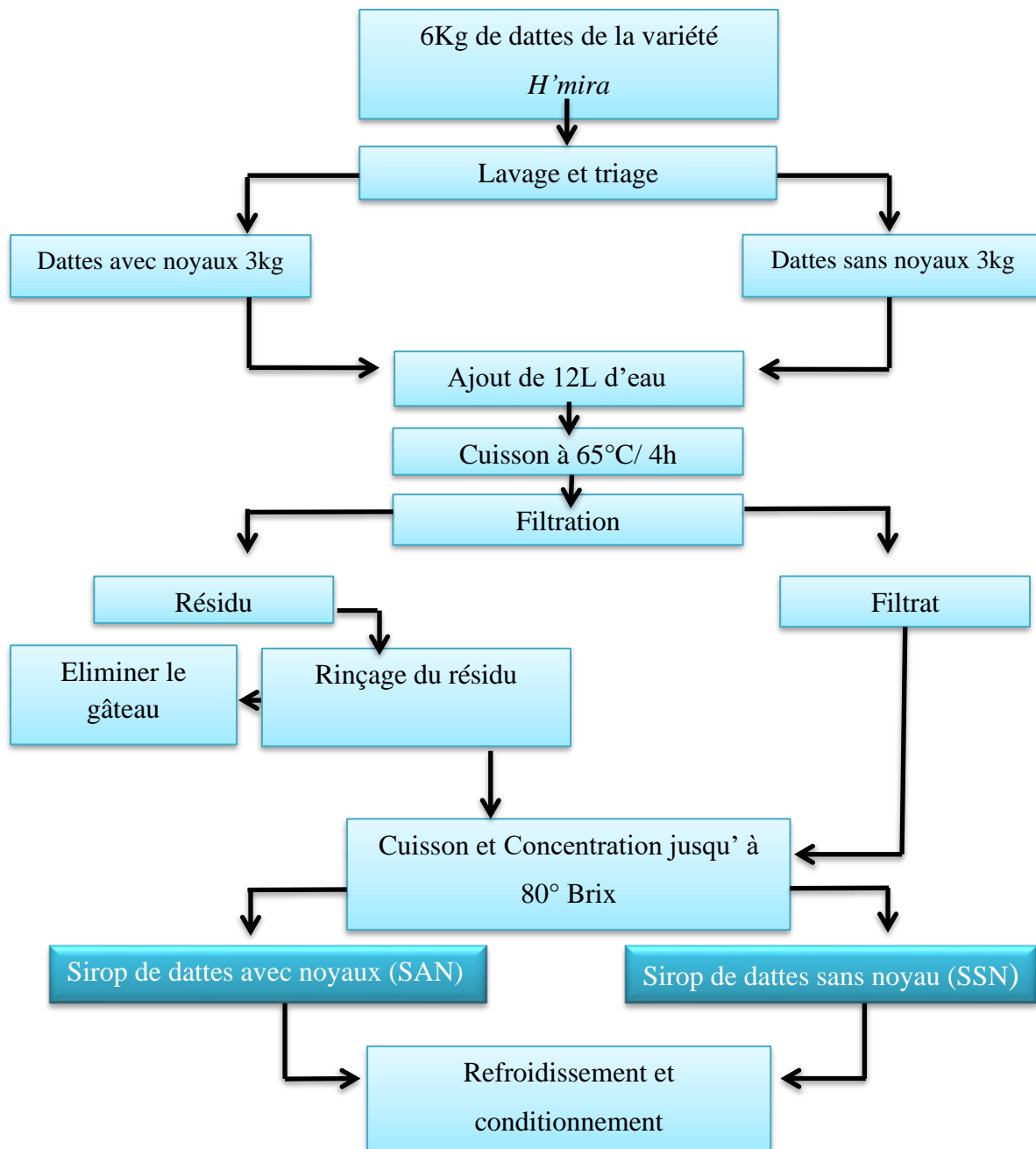
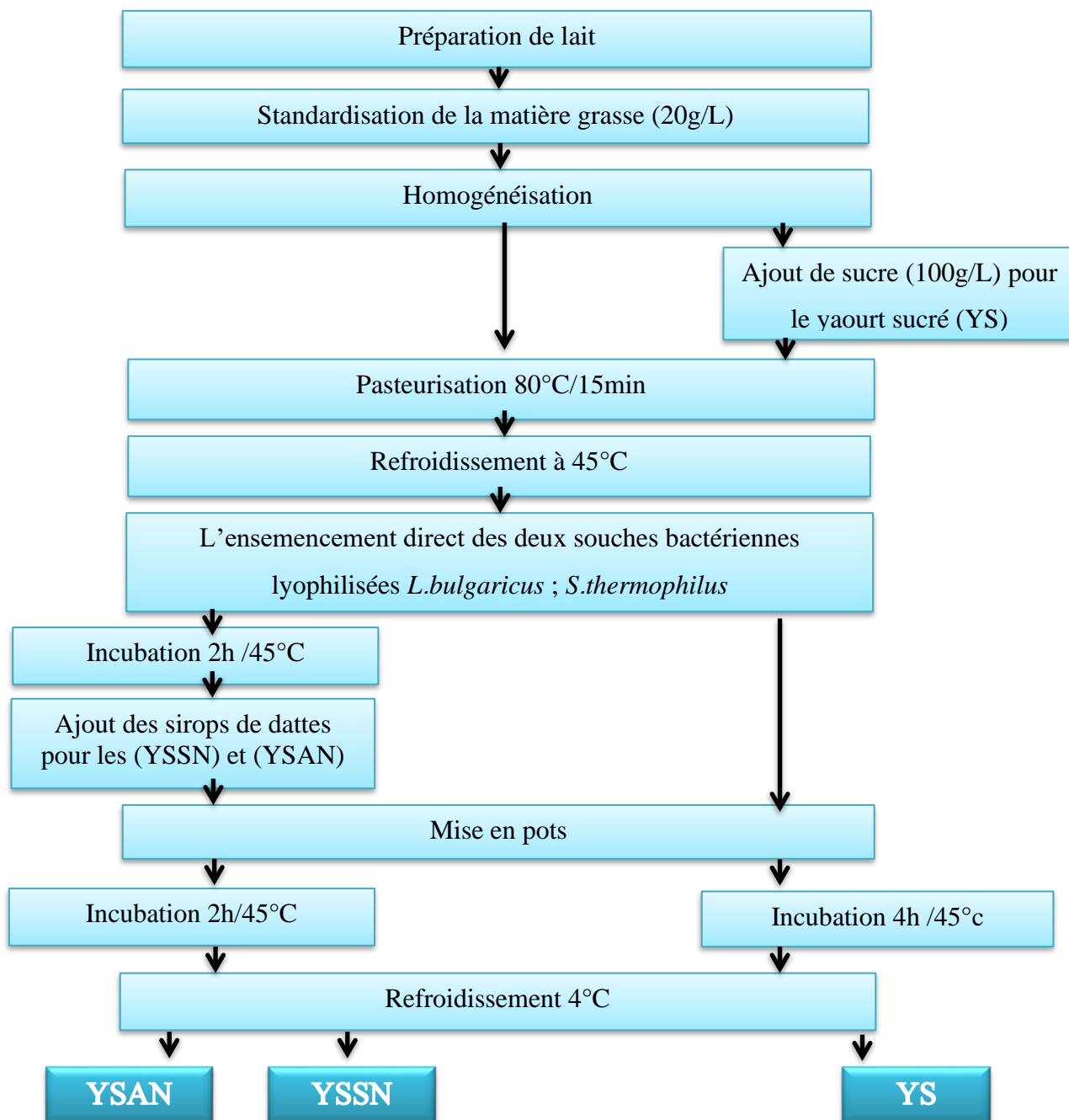


Figure 2. Etapes de préparation de sirop de dattes

I.4.3 Fabrication du yaourt

Les étapes de préparation des trois types de yaourts (**Annexe 05**) : yaourt sucré (YS), yaourt de sirop avec noyau (YSAN), yaourt de sirop sans noyau (YSSN) sont illustrées dans la **figure 03**.



YS : yaourt sucré ; YSSN : yaourt de sirop de dattes sans noyaux ; YSAN : yaourt de sirop de dattes avec noyaux

Figure 3. Etapes de préparation des yaourts

I.4.3.1. Préparation de lait

La préparation du mix laitier avant la fermentation comprend plusieurs étapes : la standardisation du lait, le traitement thermique et l'homogénéisation (**Luquet et Corrieu, 2005**).

Dans un Erlenmeyer stérile de 1litre, mettre la quantité nécessaire de la poudre de lait de marque « Milko spray », la compléter avec l'eau minérale de la marques « Saïda », bien agité jusqu'à dissolution totale de la poudre.

I.4.3.2. Standardisation de la matière grasse

Au cours de la préparation du yaourt, il est nécessaire de standardiser le lait en matières grasses. Les teneurs en matières grasses des yaourts du commerce sont inférieures à 1% pour les yaourts maigres, autour de 2% pour les produits partiellement écrémés et de 3,5% pour les yaourts au lait entier (**Béal et Helinck, 2019**).

Nous avons préparé un lait à 2% de MG, correspondant à un yaourt partiellement écrémé dont la teneur en matières grasses est supérieure à 0,5% et inférieure à 3% selon la réglementation algérienne (**JORA, 2021**). Les détails de calcul sont présentés dans **l'annexe 06**.

I.4.3.3. Homogénéisation

L'homogénéisation vise à réduire la taille des globules gras et permet une meilleure dispersion de celle-ci dans le lait. Cette étape est indispensable pour éviter la remontée de la matière grasse pendant la fermentation (**Luquet et Corrieu, 2005**).

A l'aide d'un agitateur magnétique, le lait préparé a été homogénéisé en utilisant une plaque chauffante à une température de 65°C ; cette étape est considérée comme une pré-pasteurisation.

I.4.3.4. Traitement thermique

Le lait est soumis à un traitement thermique qui a pour but d'élimination la plus grande partie de la flore microbienne naturelle présente initialement dans le lait dont la flore d'altération ou pathogène (**Luquet et Corrieu, 2005**). Notre lait a subi une pasteurisation à 80°C pendant 15 min.

I.4.3.5. Refroidissement

Après pasteurisation, le lait est refroidi à 45°C ; une température optimale pour l'ensemencement des bactéries lactiques et leur développement idéal dont les intervalles de températures optimales se situent entre 37 à 46°C pour *S. thermophilus* et de 42 à 50°C pour *Lb. bulgaricus* (**Romain et al., 2008a**)

I.4.3.6. Ensemencement

Dans le cas du yaourt, les ferments utilisés appartiennent aux souches *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*, ce sont des bactéries homofermentaires, micro-aérophiles et thermophiles. Ils se développent de manière synergique et se distinguent par leur pouvoir acidifiant, aromatisant et par leur température optimum de croissance (**Romain et al., 2007**).

Ces ferments sont commercialisés sous forme lyophilisée, se trouvent dans le produit lors de la commercialisation à peu près 10^7 ferments lactiques/g de produit (**Luquet et Corrieu, 2005**). L'ensemencement de ces ferments doit se faire à 0,5%.

I.4.3.7. L'ajout de sirop de dattes

Une pasteurisation du sirop de dattes à une température de 80°C pendant 15 min a été réalisée pour éviter la contamination.

Dans notre expérimentation, différentes concentrations de sirops de dattes ont été testées 5% ,10% et 15%.

L'ajout de sirop de dattes a été réalisé au début (0h), au milieu (2h) et à la fin (4h) de la fermentation.

Concernant le yaourt sucré, le sucre a été ajouté avant la fermentation à un taux de 10% comme le préconise la norme (**JORA, 2017**).

I.4.3.8. Mise en pots

La fermentation des yaourts fermes est réalisée directement dans des pots alors que celle des yaourts brassés, le lait est acidifié en cuve (**Luquet et Corrieu, 2005**).

Dans notre étude, nous avons choisi de fabriquer un yaourt ferme.

I.4.3.9. Incubation

Pour les yaourts fermes, l'incubation est réalisée à des températures comprises entre 42 et 45°C (**Romain et al., 2008b**).

L'ensemble des pots a été mis à l'étuve à 45 °C pour un total approximatif de 4heures de fermentation afin d'atteindre une acidité Dornic de 70 à 120°D (**Romain et al., 2008b**).

I.4.3.10. Refroidissement

Lorsque l'acidité est atteinte, on procède à un refroidissement rapide pour bloquer la fermentation (**Romain et al., 2008b**).

Dans notre étude, le refroidissement des pots a été effectué en les plaçant directement au réfrigérateur à 4°C.

I.4.4. Analyses physicochimiques des sirops de dattes

I.4.4.1. TSS

➤ Principe

La réfractométrie est l'ensemble des techniques optiques de mesure de l'indice de réfraction d'un milieu matériel, définis comme le rapport de vitesse du rayonnement dans le vide à sa vitesse dans le milieu considéré (**Dailly, 2008**).

➤ Mode opératoire

Étalonner le réfractomètre en utilisant l'eau distillée dont le Brix jusqu'à la valeur zéro, placer une goutte de sirop sur la surface du prisme et en orientant le réfractomètre vers une source lumineuse, deux zones apparaissent : une claire et l'autre sombre. La limite entre deux zones indique la grandeur de la réfraction.

I.4.4.2. Détermination du pH

➤ Principe

La détermination du pH se réalise selon la méthode **AFNOR (1986)**. Cette méthode basée sur la différence du potentiel existant entre deux électrodes plongées dans le produit à analyser.

➤ Mode opératoire

Le dosage du pH est réalisé par un pH-mètre étalonné par des solutions étalons.

Les sirops SAN, SSN sont dilués au 1/10^{ème} dans l'eau distillée ; pour déterminer la valeur du pH.

La lecture se fait directement sur l'appareil. La valeur du pH est donnée par une moyenne de deux répétitions.

I.4.4.3. Détermination de l'acidité titrable

➤ Principe

L'acidité titrable est déterminée par neutralisation de l'acide présent dans une quantité connue d'échantillon. Selon la méthode **AFNOR (1974)** le titrage de l'acidité des sirops de dattes (*Rubb*) se fait avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

➤ Mode opératoire

Les sirops SSN, SAN dilués au 1/10^{ème} dans l'eau distillée sont placés sous agitation dans un bêcher, une sonde potentiométrique mesure son pH. Une solution de soude 0,1 N est versée jusqu'à atteindre un pH de $8,1 \pm 0,2$ (**Annexe 07**).

I.4.5. Caractérisation sensorielle, physicochimique et microbiologique du yaourt

Pour la caractérisation sensorielle, physicochimique et microbiologique, nous avons suivi les étapes mentionnées dans la **figure 04**.

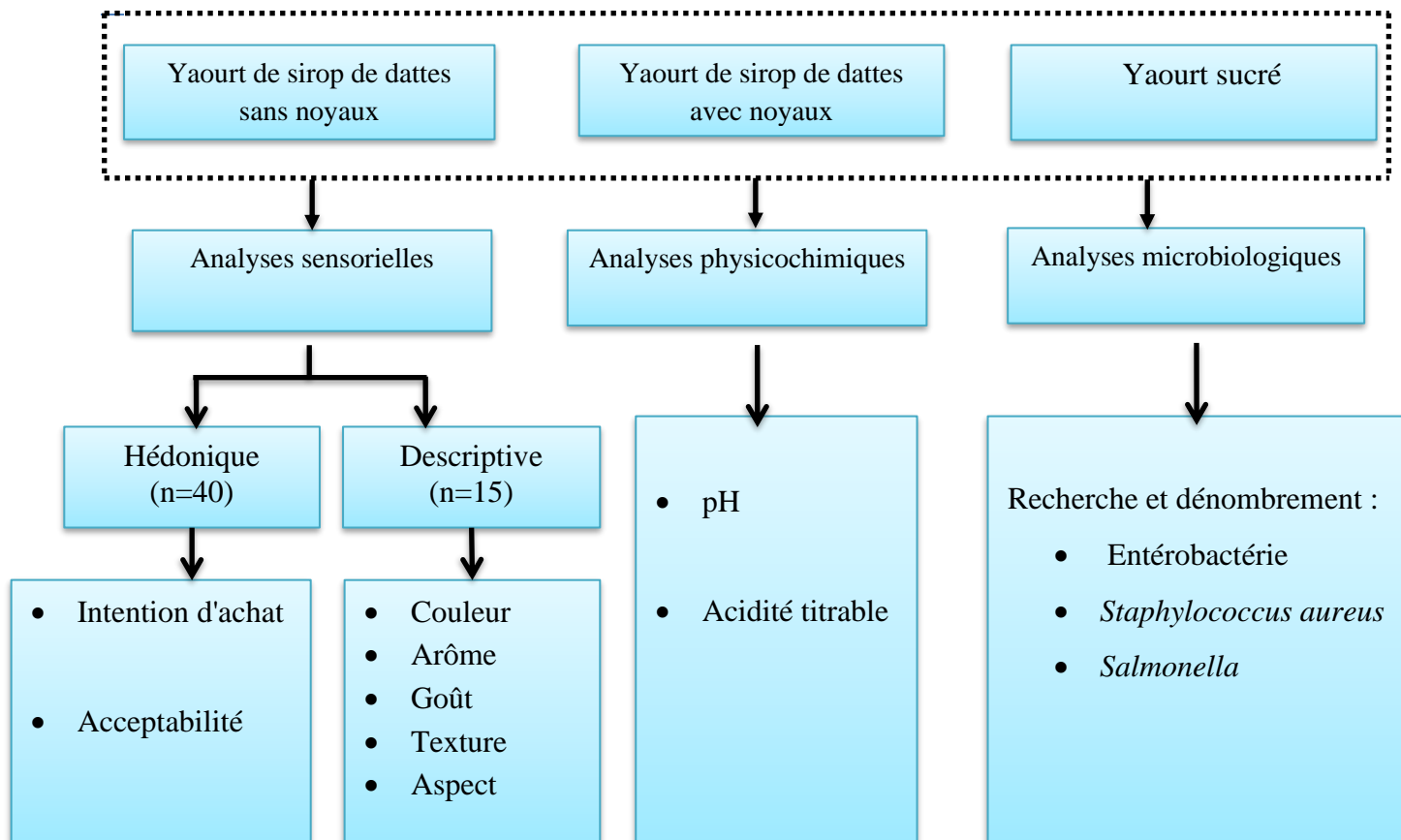


Figure 4. Différentes analyses réalisées sur les yaourts

I.4.5.1. Analyses physicochimiques du yaourt

Les mesures de l'acidité titrable et du pH ont été effectuées au cours de la fermentation ; après chaque 60 min d'incubation pendant 4h.

I.4.5.1.1. Détermination du pH

➤ Principe

Le pH est un facteur chimique important pour la croissance des bactéries lactiques qui exprime en pourcentage d'acide lactique dans le milieu (**Luquet et Corrieu, 2005**).

➤ Mode opératoire

Après avoir étalonné le pH mètre avec les solutions tampons (pH 7 et pH 4), l'électrode du pH mètre est plongée dans la solution à analyser (yaourt). La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur le pH-mètre et l'analyse a été effectuée en double.

I.4.5.1.2. Détermination de l'acidité titrable

➤ Mode opératoire

Après avoir homogénéisé le yaourt, un volume de 10 ml est versé dans une fiole jaugée à l'aide d'une seringue, après 3 à 4 gouttes de la phénolphthaléine sont ajoutés et le titrage est réalisé avec une solution du NaOH 0,1N jusqu'à atteindre un pH de 8,1.

➤ Expression de résultat

L'acidité est exprimée en degré Dornic où $1^{\circ}D=0,1g / l$ d'acide lactique.

Les résultats sont exprimés selon la relation : Acidité = $V_{NaOH} \times 10$ (en °Dornic)

I.4.5.2. Analyses microbiologiques du yaourt

Le contrôle microbiologique permet de garantir la sécurité et la salubrité des aliments, les analyses microbiologiques ont porté essentiellement sur la recherche et le dénombrement des germes pathogènes dans le produit fini (yaourt sucré et yaourt ferme aromatisé et édulcoré par un sirop de dattes avec et sans noyau). Ces analyses ont été réalisées conformément aux directives du journal officiel algérien N°39 (**JORA, 2017**). Les germes recherchés, largement répandus dans la nature, peuvent contaminer le yaourt et entraîner des toxi-infections alimentaires ou des intoxications. La recherche et le dénombrement a concerné les entérobactéries, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*.

I.4.5.2.1. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

La préparation de la solution mère et des dilutions décimales, a été faite selon la norme internationale **ISO 7218 (2007)**. La solution mère est préparée en introduisant 10g de

yaourt dans 90g d'une solution EPT pour obtenir la solution mère ; 10^{-1} . A partir de cette dernière, 1ml est placé aseptiquement dans un tube à essai contenant 9ml de diluant TSE pour avoir la dilution décimale 10^{-2} .

I.4.5.2.2. *Staphylococcus aureus* à coagulase positive

S. aureus est une bactérie à Gram+, immobile, non sporulée, catalase +, aéro-anaérobie facultative (**Federighi, 2005**). La recherche et le dénombrement de ce germe ont été réalisés selon la norme internationale **ISO 6888-1 (2021)**.

➤ Mode opératoire

Ce dénombrement consiste à étaler à l'aide d'un râteau stérile, 0,1ml des dilutions à la surface du milieu Baird Parker préalablement préparé et complètement solidifié. L'incubation se fait à 37°C pendant 48 heures.

➤ Expression des résultats

Les colonies de *S. aureus* apparaissent en couleur noire, brillante voutée avec une bordure blanche mince entourées d'un halo clair **ISO 6888-1 (2021)**.

I.4.5.2.3. Les entérobactéries

Les entérobactéries sont des bactéries asporulées, à Gram-, oxydase-, aéro-anaérobies facultatives. Elles se multiplient facilement sur milieu ordinaire à pH neutre, à une température de 37°C (**Federighi, 2005**). La recherche et le dénombrement de ces germes ont été réalisés selon la norme internationale **ISO 4832 (2006)**.

➤ Mode opératoire

1ml de chaque dilution (10^{-1} et 10^{-2}) est ensemencé en profondeur dans une boîte Pétri stérile. Ajouter par la suite, le milieu de culture VRBG en surfusion dans chaque boîte pour établir la première couche. Mélanger la suspension et le milieu de manière homogène et attendre la solidification de cette couche pour ajouter une seconde couche du milieu par-dessus la première et incuber à 37°C pendant 24 heures.

I.4.5.2.4. Les salmonelles

Les salmonelles sont des bactéries pathogènes appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Ils sont des bacilles, à Gram-, non sporulés, immobiles, aéro-anaérobies facultatifs, catalase+, oxydase- et lactose- (**Federighi, 2005**). Elles sont présentes dans l'intestin de l'homme et très répandues dans le tube digestif des oiseaux. La contamination des produits

alimentaires peut être originelle ou provenir de manipulateurs malades ou porteurs sains de ces germes (**Guiraud, 1998**). La recherche et le dénombrement de ce germe ont été réalisés selon la norme internationale **ISO 4832 (2006)**.

➤ Mode opératoire

La recherche des salmonelles a été réalisée en trois étapes :

• **Pré-enrichissement**

Incuber la solution mère à l'étuve à 37°C pendant 24h.

• **Enrichissement**

Transférer 1ml de pré-enrichissement dans un tube contenant 10ml de bouillon SFB.

Incuber à 37°C pendant 24h.

• **Isolement**

Ensemencer en surface du milieu Hektoen, 0.1ml du bouillon d'enrichissement SFB, et incuber les boîtes à 37°C pendant 24h.

➤ Expression des résultats

Sur le milieu Hektoen, les colonies sont lisses de couleur noir **ISO 4832 (2006)**.

I.4.5.3. Analyses sensorielles des yaourts

Les propriétés sensorielles des aliments, telles que les goûts, les couleurs, les arômes, les textures, ont de tous temps contribué au plaisir de la gastronomie et les hommes sont toujours curieux de découvrir des aliments inconnus et de rechercher de nouvelles façons de les apprêter. L'analyse sensorielle constitue un outil très important permettant la mesure des propriétés sensorielles des aliments (**Werner et al., 2010**).

Dans notre étude, deux catégories d'analyse organoleptique ont été utilisées pour évaluer les trois types yaourts : une analyse hédonique et une analyse descriptive.

I.4.5.3.1. Analyse hédonique

Le jury était composé de 40 personnes, non formés sélectionnés au hasard parmi les étudiants, les membres du personnel de la faculté SNV Tiaret et les membres de famille. Les panélistes ne doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ne doivent pas avoir faim ou soif, ni être malades.

I.4.5.3.2. Analyse descriptive

Quinze (15) personnes semi-naïfs familiarisés avec la consommation du yaourt, ont été recrutés pour l'analyse descriptive. Ils sont invités à donner leurs appréciations sur cinq (5) attributs qui sont : la couleur beige, le goût sucré, l'odeur de caramel, la texture ferme et aspect lisse répartis sur une échelle de 7 points allant d'extrêmement faible à extrêmement élevée (**Annexe 08**). Le formulaire dans lequel les différentes descriptions ont été notées est récupéré à la fin de l'analyse.

I.4.5.3.3. Préparation et présentation de yaourts

Les trois échantillons de yaourt ont été codifiés et placés dans des bocaux. Les dégustateurs sont invités à donner les informations relatives au questionnaire établi par nous-même (**Annexe 09**). Chaque panéliste doit porter son appréciation sur trois points : acceptable, bon et très bon. Le participant doit rincer sa bouche avec un verre d'eau après chaque dégustation. La fiche est récupérée à la fin de l'analyse.

I.4.6. Analyse statistique

Les résultats obtenus suite à deux répétitions, sont exprimés sous forme de moyenne \pm écart type et ont été exploitées par l'utilisation du logiciel « Excel 2010 » et les analyses de

variance (ANOVA) ont été faites à l'aide du logiciel statistique SPSS (version 22) en comparant les moyennes par le test Dunkun avec des seuils de probabilité significatifs (95% : $P \leq 0,05$), très significatifs (99% : $P \leq 0,01$) et hautement significatifs (99,9% : $P \leq 0,001$).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1. Résultats des analyses physicochimiques des sirops de dattes

II.1.1. TSS

Le degré Brix des deux sirops avec (SAN) et sans noyau (SSN) était de 80° Brix (Figure 05).

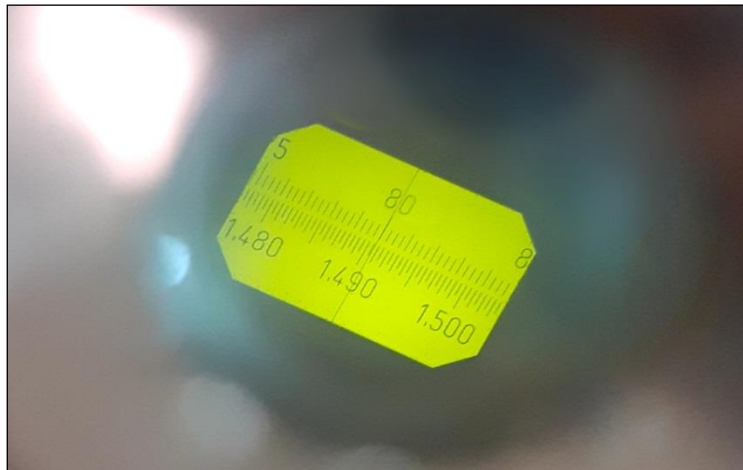


Figure 5. Résultats de l'analyse de TSS des deux sirops de dattes

La valeur obtenue dans notre travail (80°Brix) est proche de celle de **Shahein et al. (2022)** pour une variété de dattes égyptiennes et est supérieure à celle donnée par **Boussaid et al. (2020)** ; soit 72°Brix pour la variété algérienne *H'mira*, la même que celle qui a été utilisée dans le présent travail mais de provenance différente (Adrar). Ce taux de TSS reste également supérieur à celui présenté par **Abbas et al. (2011)** variant de 65 à 75°Brix pour des cultivars tunisiens. Cette différence pourrait être expliquée par la variété de dattes, son origine géographique et les méthodes d'extraction de sirop utilisées (**Boussaid et al., 2020 ; Gourchala et al., 2022**).

II.1.2. pH

Les résultats relatifs au pH des deux sirops de dattes sont présentés dans le **tableau III**.

Tableau III. Résultats de pH des deux sirops de dattes

	SAN	SSN	P
pH	4,20± 0,01	4,52± 0,02	0,01**

SAN : sirop de dattes avec noyaux ; SSN : sirop de dattes sans noyaux ; **très significative

Dans ce travail, les valeurs de pH des deux sirops SSN et SAN sont très significativement différentes ($p < 0,01$) (**tableau III**), le sirop de datte sans noyaux présente un pH élevé (4,52) par rapport celui avec noyaux (4,20). Ces résultats sont conformes à ceux donnés par **Bennabi et Aissa (2022)**, qui ont rapporté également des pH des sirops de la même variété *H'mira* sans noyaux plus élevés (4,62) qu'avec noyaux (4,30) et qui sont proches de nos valeurs. Alors que les travaux de **Gourchala et al. (2022)** et de **Belkacem et al. (2023)**, ont trouvé que la présence du noyau de la variété *H'mira* de provenance de Biskra et Bechar, a fait augmenter le pH ; soient 4,79 vs. 4,56 et 4,77 vs. 3,95 respectivement et ces pH sont légèrement élevés par rapport à nos valeurs. Ces dernières restent proches de celles enregistrées par **Boussaid et al. (2020)** pour le sirop des dattes algériennes de même pour des sirops variété *H'mira* (4,53) et largement inférieures à celles rapportées par **Jambi (2018)** de dattes saoudiennes (6,11).

II.1.3. Acidité titrable

Les résultats de l'acidité titrable des deux sirops de dattes sont consignés dans le **tableau IV**.

Tableau IV. Résultats de l'acidité titrable des deux sirops de dattes

	SAN	SSN	P
Acidité titrable	1,59 ± 0,01	1,41± 0,03	0,01**

SAN : sirop de dattes avec noyaux ; SSN : sirop de dattes sans noyaux ; **très significative

Les valeurs de l'acidité titrable des deux sirops SSN et SAN étudiés sont très significativement différentes ($p < 0,01$) (**tableau IV**). Le sirop de datte avec noyaux présente une acidité élevée (1,59 %) par rapport celui sans noyaux (1,41 %). Ces résultats corroborent ceux donnés par **Bennabi et Aissa (2022)**, qui ont également rapporté des valeurs d'acidité des sirops de la même variété *H'mira* avec noyaux plus élevées (1,54%) que sans noyaux (1,33%) et qui

sont très proches des taux enregistrés dans la présente étude. Cependant, **Gourchala et al. (2022)** et **Belkacem et al. (2023)**, ont trouvé des acidités titrables des sirops de la variété *H'mira* avec noyaux plus faibles que celles sans noyaux ; soient 1,15% vs. 1,27% et 0,98% vs. 1,16% respectivement ; ces valeurs restent inférieures aux nôtres. Ces mêmes constatations ont été signalées par **Abbès et al. (2011)** pour des sirops tunisiens (0,18 – 1,29 %). Alors que **Benyagoub et al. (2011)**, ont rapporté une valeur similaire pour le même cultivar algérien de provenance de Bechar (1,40 %). Quant à **Boussaid et al. (2020)**, ils ont enregistré une valeur d'acidité pour le sirop de la même variété *H'mira* largement supérieure à la nôtre (2,89%).

Cette différence observée dans le pH et l'acidité des sirops des dattes est liée au facteur variétal, à l'origine géographique, à la saison de récolte ainsi que la méthode d'extraction utilisée pour la fabrication des sirops (**Mimouni et Siboukeur, 2021 ; Gourchala et al., 2022**).

II.2. Critères de choix expérimentaux : concentration et temps de l'ajout du *Rubb*

Dans notre expérimentation, parmi les trois concentrations de sirops de dattes qui ont été testées ; à savoir 5% ,10% et 15%, nous avons retenu la concentration de 10% dans le but d'avoir un goût sucré acceptable et à condition de ne pas dépasser la limite autorisée par la réglementation qui est de 30% (**Béal et Helinck, 2019**).

Dans le but d'avoir une texture appropriée lisse et ferme, l'essai de l'ajout du sirop de dattes au début (0h), au milieu (2h) et à la fin (4h) de la fermentation, a fait sortir la meilleure fermentation obtenue après 2 heures d'incubation. En effet, l'ajout du *Rubb* avant la fermentation a fait prolonger la durée au-delà d'une nuit et a diminué excessivement le pH (2,56) et l'ajout à la fin de la fermentation changerait la texture du yaourt qui devient molle et granuleuse (**Tableau V**).

Tableau V. Résultats des différentes concentrations et du temps de l'ajout du *Rubb* étudiés

Temps d'ajout Concentration	0h	2h	4h
5%	-saveur sucré faible -fermentation normale	-saveur sucrée faible -fermentation normale	-saveur sucrée faible -texture brassée et aspect granuleux
10%	-saveur sucrée acceptable -rallongement de la fermentation	-saveur sucrée acceptable -fermentation normale	-saveur sucrée acceptable -texture brassée et aspect granuleux
15%	-saveur sucré élevée -rallongement de la fermentation	-saveur sucrée élevée -rallongement de la fermentation	-saveur sucrée élevée -texture brassée et aspect granuleux

II.3. Résultats de la cinétique des paramètres physicochimiques des yaourts

La variation du pH et de l'acidité titrable des trois types de yaourt : le yaourt sucré (YS) ; le yaourt additionné de sirop sans noyaux (YSSN) et le yaourt additionné de sirop avec noyaux (YSAN), durant la période de la fermentation ont permis d'obtenir les résultats consignés dans la **figure 6**.

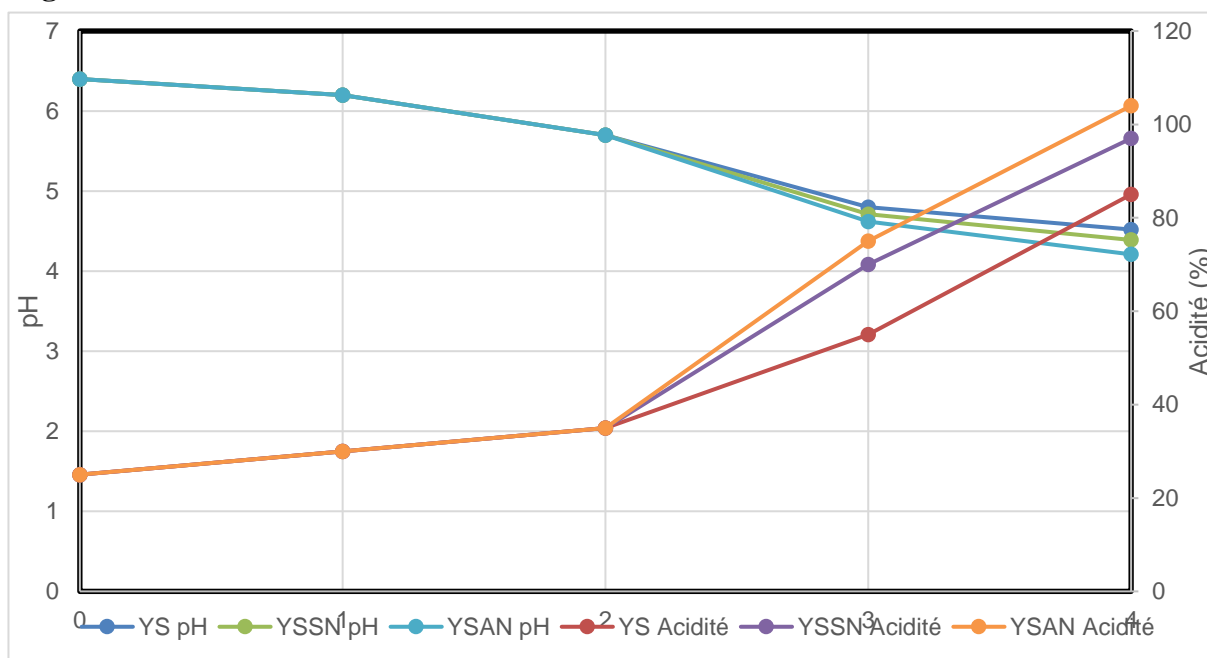
**Figure 6.** Résultats de la cinétique de l'acidité et du pH des trois types de yaourt

Tableau VI. Résultats de l'analyse de la variance des effets seuls et en interactions

	Paramètre	Temps de fermentation	Groupes homogènes donnés par l'ANOVA	P
Effets Seuls	pH	0h	A	0,001**
		1h	B	
		2h	C	
		3h	D	
		4h	E	
	Acidité Titrable	0h	A	0,0015**
		1h		
		2h	AB	
3h		C		
Interactions (types de yaourt *temps de fermentation)	pH	YS YSSN YSAN } *0h	A	0,003**
		YS YSSN YSAN } * 3h	B	
		YS YSSN YSAN } * 4h	C	
	Acidité Titrable	YS YSSN YSAN } * 0h	A	0,015*
		YS YSSN YSAN } * 3h	B	
		YS YSSN YSAN } * 4h	C	

YS : yaourt sucré ; YSSN : yaourt de sirop de dattes sans noyaux ; YSAN : yaourt de sirop de dattes avec noyaux.

A, B, C, D et E : groupes homogènes donnés par l'ANOVA selon le test de Duncan, *significative, **très significative

D'après les résultats présentés dans la **figure 6** et **tableau VI**, nous avons relevé une relation inversement proportionnelle entre le pH et l'acidité durant la durée de fermentation. La valeur initiale de pH est égale à 6,4 ; correspondant à une d'acidité de 25°D, ces valeurs diminuent progressivement jusqu'à atteindre : 4,52, 4,39 et 4,21 enregistrant des acidités croissantes de 85°D, 97°D, 104°D pour le YS et YSSN et YSAN respectivement ; après 4 heures de fermentation. Ces taux de pH et d'acidité restent dans la gamme donnée par **Gad et**

al. (2010), *Mustafa et al.* (2016) et *Shahein et al.* (2022) pour des yaourts édulcorés par des sirops de dattes égyptiennes.

Cette diminution de pH et augmentation de l'acidité est due à la production progressive de l'acide lactique à partir du sucre de lait (lactose) sous l'action des bactéries lactiques *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. En effet, cet effet synergique bénéfique pour les deux bactéries est appelé : « proto-coopération » pour obtenir une acidité, une viscosité et des arômes nécessaires pour atteindre une bonne qualité du produit fini et permettre sa conservation (*Mchiouer et al.*, 2017). Le lait étant pauvre en acides aminés et peptides indispensables pour la croissance de *Streptococcus thermophilus* qui va puiser ces éléments suite à l'activité protéolytique importante de *Lactobacillus bulgaricus* et stimuler son développement par la production du CO₂, l'acide formique, l'acide pyruvique et l'acide folique (*Béal et Corrieu*, 1998).

Les résultats de l'analyse la variance a montré que les effets seuls du pH et de l'acidité des trois types de yaourt (YS, YSSN et YSAN) s'avèrent hautement significatives ($p < 0,001$) (**tableau VI**). Pour voir l'effet de chaque paramètre (pH et acidité) en fonction du temps fermentation pour chaque type de yaourt, nous avons également étudié l'effet de l'interaction : temps de fermentation*type de yaourt pour voir la variabilité de ces facteurs ; elle s'est avérée très significative ($p < 0,01$) particulièrement pour les temps de fermentation 0h, 3h et 4h (**tableau VI**). En effet, les yaourts édulcorés avec les sirops de dattes, avec et sans noyaux, présentent des vitesses d'acidification plus élevées et un pH plus bas que le yaourt sucré (témoin). A la fin de la fermentation, un pH moyen de 4,52 et une acidité moyenne de 85°D ont été enregistrés pour YS vs. 4,39 et 97°D pour le YSSN et 4,21 et 104°D pour le YSAN (**figure 6**).

L'augmentation de l'acidité et la diminution du pH dans les yaourts additionnés de *Rubb* sont probablement dues à la richesse des sirops en acides organiques, en minéraux et glucides ; qui joueraient un rôle important tout en donnant les nutriments aux souches lactiques. Ces mêmes constatations ont été relevées par plusieurs auteurs qui confirment nos résultats ; à savoir celles de *Gad et al.* (2010), *Mustafa et al.* (2016), *Hussein et al.* (2017), *Shahein et al.* (2022), *Yacoub et al.* (2024), qui ont utilisé le sirop, le jus et la purée de dattes égyptiennes pour la fabrication de différents types de lait fermentés. D'autres travaux ont confirmé ce constat en substituant le sucre du yaourt avec des sirops (*Jambi*, 2018 ; *Al-Hamdan et al.*, 2021) ou une pâte de dattes saoudiennes (*Haneen*, 2019). Des études faites sur des variétés de sirops de dattes (*Al-Bedrani et al.*, 2019) et des jus de dattes (*Al-Sahlany et al.*, 2023) de provenance d'Iraq, corroborent également nos résultats. D'autres travaux ont utilisé des dérivés de dattes de

différentes provenances pour fabriquer divers types de yaourt ; jus de dattes iraniennes (Amerinasab et al., 2015), sirop de dattes indiennes (Yashaswini et Arunkumar, 2016) et pâte de dattes pakistanaises, appuient ces recherches. Cette augmentation de la vitesse d'acidification dans les yaourts enrichis de sirops de dattes pourrait être expliquée par le fait que ces derniers contiennent un taux élevé de sucres simples réducteurs, essentiellement composés de fructose et de glucose, dont la présence intensifie la vitesse de fermentation suite à leur consommation par les ferments lactiques et leur conversion en acide lactique ce qui augmente l'acidité et diminue le pH (Hashim et al., 2009 ; Al-Jasass et al., 2010 ; Al-Sahlany et al., 2023).

D'après les résultats de l'ANOVA (tableau VI), une différence très significative ($p < 0,01$) a été observée entre le yaourt édulcoré par le sirop de dattes avec noyaux comparativement à celui édulcoré avec le sirop de dattes sans noyaux même si les valeurs restent proches où des taux d'acidité et de pH de 104°D et 4,21 vs. 97°D et 4,39 ont été notés dans les deux sirops respectivement. La présence du noyau pourrait accélérer la vitesse d'acidification ; ce qui pourrait être expliqué par l'apport de certains acides organiques présents dans le noyau qui ont fait diminuer le pH et augmenter l'acidité (Gourchala et al., 2022).

II.4. Résultats des analyses microbiologiques des yaourts

Les résultats de l'analyse microbiologique des trois types de yaourt YS, YSSN et YSAN, sont présentés dans le tableau VII.

Tableau VII. Analyses microbiologiques des trois types des yaourts

Analyses microbiologiques	YS	YSSN	YSAN	Limite microbiologique (UFC / ml) *
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	10-10 ²
<i>Enterobacteriaceae</i>	0	0	0	10-10 ²
<i>Salmonella</i>	Absence	Absence	Absence	Absence

* : JORA (2017)

D'après le tableau VII, l'analyse microbiologique s'est avérée satisfaisante pendant toute la durée de conservation et tous les germes recherchés et/ou dénombrés ; à savoir *Staphylococcus aureus*, les entérobactéries et les salmonelles étaient absents (Annexe 10) aux

jours : 0, 7, 14 et 21 de conservation à 4°C ne dépassant pas ainsi les valeurs seuils des normes fixées par la réglementation algérienne (**JORA, 2017**). Une bonne qualité hygiénique pourrait être justifiée par les bonnes pratiques d’hygiène au cours de la préparation des yaourts. En effet, l’analyse microbiologique du produit fini doit être considérée comme un test de vérification d’hygiène de la matière première et du produit fini au cours de la fabrication et pendant la durée de stockage à 4°C indiquant la date limite de consommation (DLC) à 21 jours pour les yaourts **Béal et et Helinck (2019)**.

Les trois types de yaourt sont donc aptes à la consommation et bons sur le plan hygiénique et l’ajout de sirop de dattes n’affecte pas cette qualité. Ces résultats permettront d’assurer le bon déroulement de la dégustation des yaourts.

II.5. Résultats des analyses sensorielles du yaourt

II.5.1. Caractérisation de la population de l’étude

L’ensemble de la population d’étude est composé de cinquante-cinq (55) sujets de sexe féminin et masculin, composé de deux panels ; un panel de 40 participants pour l’épreuve hédonique et 15 dégustateurs pour le test descriptif. Les panélistes étaient âgés entre 05 et 60 ans dont la majorité était des étudiants universitaires.

II.5.1.1. Répartition selon le sexe

On note une surreprésentation du sexe féminin 34 femmes soit 62% de l’ensemble de la population vs. 21 hommes soit 38% (**figure 7**).

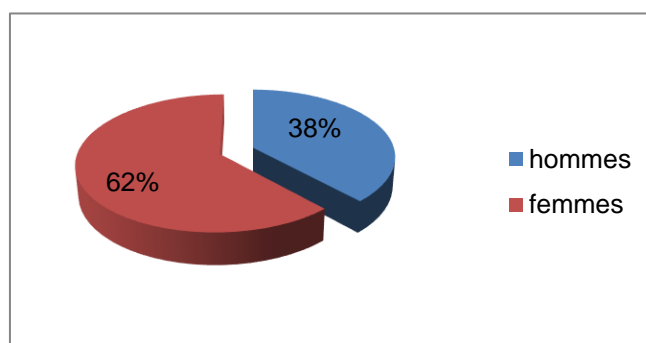


Figure 7. Répartition de la population selon le sexe

II.5.1.2. Répartition selon l'âge

La population d'étude, tout sexe confondu, est répartie en trois tranches d'âge dont sept (7) entre 05 et 20 ans, trente (30) entre 20 et 40 ans et dix-huit (18) individus entre 40 et 60 ans. La tranche d'âge la plus représentée est comprise entre 20 et 40 ans soit 54% de l'ensemble de la population dont la majorité, soit 73%, est composée d'individus de sexe féminin (**figure 8**).

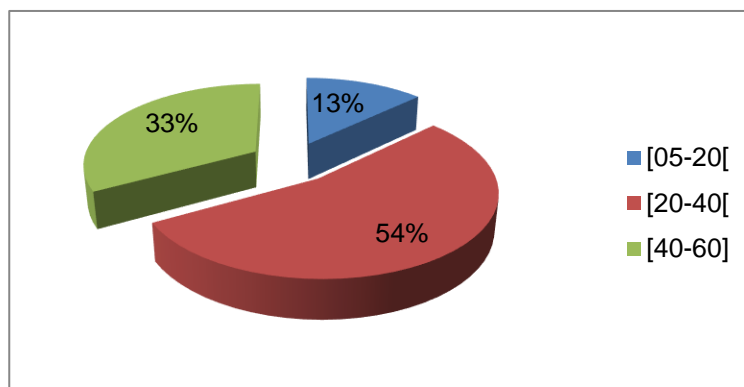


Figure 8. Répartition de la population selon l'âge

II.4.1.3. Répartition selon le niveau d'étude

D'après **la figure 9**, la majorité des participants de la population est présentée par des étudiants universitaires ; soit 82 % dont 62% femmes et 38% hommes.

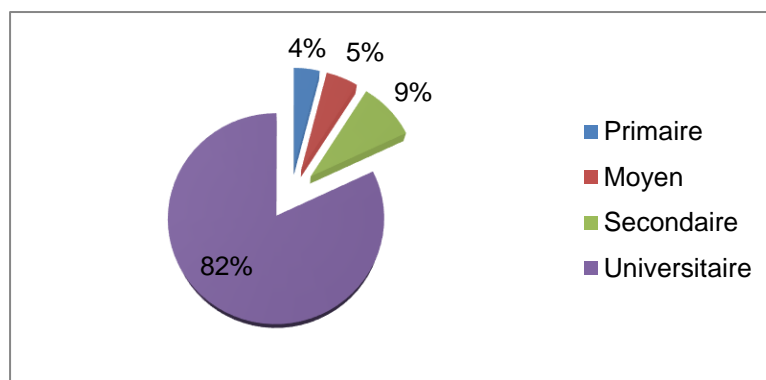


Figure 9. Répartition de la population selon le niveau d'étude

II.5.2. Résultats de l'épreuve hédonique

Les résultats relatifs aux appréciations globales et aux intentions d'achat attribués par les dégustateurs pour les trois différents types de yaourts étudiés yaourt sucré (YS), yaourt avec

sirop de dattes (YSAN) et yaourt avec sirop de dattes sans noyaux (YSSN), sont illustrés dans le **tableau VIII**.

Tableau VIII. Pourcentages donnés par l'analyse hédonique (n= 40)

	Appréciation globale (%)			Attention d'achat (%)			Préférences des yaourts (%)
	Très bonne	Bonne	Acceptable	Souvent	Rarement	Jamais	
YS	52,5	22,5	20	75	20	05	21
YSAN	62,5	27,5	05	82,5	12,5	05	43
YSSN	57,5	30	7,5	80	15	05	36

Les yaourts étudiés ont globalement été acceptés par les panélistes. 43% participants ont préféré le YSAN suivi du YSSN avec 36% et en dernière position, se place YS avec seulement 21% de la population qui préfère ce yaourt. Pour l'appréciation globale, le pourcentage le plus élevé ; soit 62,5 % a été noté pour le YSAN suivi du YSSN (57,5%) avec une notation : « très bon » pour les yaourts avec *Rubb* ; ce qui reflète une intention d'achat très élevée de 82,5 % et 80% respectivement. Pour le YS, il détient la dernière position avec un pourcentage de 52,5% de la population qui a très bien apprécié ce yaourt, ce qui s'est traduit par une intention d'achat de 75% (**tableau VIII**).

II.5.2.1. Répartition selon les données sociodémographiques

L'âge, le sexe et niveau d'instruction sont les données sociodémographiques qui peuvent être des paramètres déterminants des propriétés organoleptiques.

II.5.2.1.1. Répartition selon le sexe

Une différence d'appréciation globale entre les deux sexes soit 14 % au profit du YSAN a été notée, cependant les participants du sexe masculin apprécient mieux le YSAN (50%) vs. le YSSN est apprécié par le sexe féminin (39%) (**Tableau IX**).

Tableau IX. Appréciations des trois types des yaourts selon le sexe (n=40)

	Masculin		Féminin		Différence
	n =12	30%	n =28	70%	
YSAN	6	50%	10	36%	14%
YSSN	4	33%	11	39%	6%
YS	2	17%	7	25%	8%

II.5.2.1.2. Répartition selon l'âge

Les deux yaourts édulcorés avec *Rubb* ; YSAN et YSSN étaient les mieux appréciés et ont enregistré les pourcentages dépassant les 40% pour les deux tranches d'âges :] 20 – 40] et] 40 – 60]. Cependant, pour la tranche d'âge [05 – 20], les participants ont préféré le YS avec un taux de 57% (**tableau X**).

Tableau X. Appréciations des types de yaourt selon la tranche d'âge (n=40)

	[05 – 20]] 20 – 40]] 40 – 60]	
	n=7	17,5%	n=24	60%	n=9	22,5%
YSAN	2	29%	11	46%	4	44%
YSSN	1	14%	10	42%	4	44%
YS	4	57%	3	12%	1	11%

Le yaourt sucré était très apprécié par les enfants avec un taux plus élevé par rapport aux yaourts avec *Rubb*, ceci pourrait être dû à l'âge qui jouerait un rôle primordial dans l'évolution des préférences pour la saveur sucrée de la naissance à la fin de l'adolescence, étant généralement associée à un apport énergétique expliquant les forts besoins de cette classe d'âge [05 – 20] (**Divert-Henin, 2015**). Quant aux adultes, ils ont préféré les yaourts de dattes puisqu'ils connaissent leurs bienfaits sur la santé. En effet, selon des travaux menés par **Slavica et Mirijana (2023)**, les consommateurs adultes, conscients et avertis, possèderaient des connaissances de base sur la qualité des aliments, la nutrition et la santé ce qui favoriserait des attitudes au profit d'une préférence pour une alimentation saine et fonctionnelle.

II.5.3. Résultats de l'épreuve descriptive

Les résultats de l'épreuve descriptive caractérisant les cinq variables sensorielles étudiées qui sont la couleur beige, la saveur sucrée, la texture ferme, l'aspect lisse et l'arôme caramel, ont été convertis en scores moyens et sont donnés dans le **tableau XI**.



Figure 10. Apparence des trois types des yaourts

Tableau XI. Scores moyens donnés par le test descriptif pour les yaourts

	Couleur beige	Saveur sucrée	Texture ferme	Aspect lisse	Arôme caramel
YSAN	4,13±0,5 ^a	4,2±1,03 ^a	7±0 ^a	7±0 ^a	3,33±0,7 ^a
YSSN	4,13±0,5 ^a	4,4±1,05 ^{ab}	7±0 ^a	7±0 ^a	3,33±0,7 ^a
YS	1±0 ^b	5,4±0,5 ^b	7±0 ^a	7±0 ^a	1±0 ^b

a, b: groupes homogènes donnés par l'ANOVA selon le test de Duncan

Les scores moyens obtenus pour les attributs descriptifs (**Tableau XI**) ont montré une différence entre les yaourts avec *Rubb* et le yaourt sucré, particulièrement notée pour la couleur, l'arôme et la saveur. En effet, La couleur très foncée pour les yaourts avec *Rubb* vs. le yaourt sucré (**figure 10**) pourrait s'expliquer par la couleur du sirop qui reflète la couleur de la datte et est conséquence d'un brunissement enzymatique induit par la polyphénol-oxydase (PPO) suite à une réaction thermique libérant ainsi les composés phénoliques qui sont responsables en partie de la couleur foncée (**Al-Farsi et Lee, 2008**). L'arôme perceptible du yaourt avec *Rubb* pourrait être lié au sirop de dattes lors de sa fabrication qui a subi une caramélisation et une réaction de Maillard suite à l'augmentation de la température, à sa richesse en sucres réducteurs (fructose et glucose) et à la présence d'une fonction amine ; facteurs favorisant les réactions de

brunissement non enzymatique (**Farahnaky et al., 2016**). Cependant, pour la saveur sucrée des trois types des yaourts, des scores moyens de 5,4 > 4,4 > 4,2, ont été notés pour le YS, le YSSN et le YSAN respectivement. La perception du goût sucré était donc moins importante dans les yaourts avec dattes par rapport au YS; ce qui a été approuvé par le panel adulte dans notre population d'étude. Par contre, pour les trois types de yaourt fabriqués, la texture ferme et l'aspect lisse montrent un score extrêmement élevé et similaire ; expliquant la bonne fermeté et texture de ces yaourts.

Généralement, il ressort de l'analyse sensorielle, hédonique et descriptive, que les yaourts édulcorés et aromatisés par *Rubb* sont préférés au yaourt sucré, ceci est particulièrement perceptible dans le YSSN. Comparativement à nos résultats, plusieurs études réalisées sur l'élaboration de différents types de laits fermentés à base des dattes ou ses dérivés : purée, pâte, jus et sirop de dattes, ont également enregistré augmentation et une amélioration des scores sensorielles concernant divers attributs tels que l'aspect, la texture, la saveur, la couleur et l'acceptabilité globale (**tableau XII**).

Tableau XII. Etudes réalisées sur différents laits fermentés à base de dattes et dérivés

Type de lait fermenté	Dérivés de dattes utilisés	Concentrations utilisées	Pays de provenance	Référence
Yaourt à boire	Purées de dattes	1,5 % ,3% et 5%	Egypte	Yacoub et al., 2024
Yaourt	Sirop de dattes	15% ,20% et 25	Pakistan	Ali et al., 2023
Lait fermenté	Sirop de dattes	8%	Egypte	Shahein et al., 2022
Yaourt glacé	Dattes hachées	20%	Pakistan	Magsi et al., 2021
Yaourt glacé	Sirop de dattes	30%, 40%	Arabie Saudia	Jambi et al. 2019
Yaourt	Jus de dattes	6%, 8%	Iraq	Al-Bedrani et al., 2019
Yaourt	Sirop de dattes	5%	Egypte	Abdel-Ghany et Zaki, 2018
Yaourt	Pâte de dattes	3%	Egypte	Hussien et al., 2017
Yaourt	Sirop	10%	Egypte	Mustafa et al., 2016
Yaourt	Sirop	10%	Egypte	Gad et al., 2010

En plus de l'amélioration de la qualité sensorielle des yaourts avec sirop de dattes, ces derniers présenteraient sûrement une amélioration des qualités fonctionnelles et nutritionnelles

apportées par les sirops de dattes et qui serait plus marquée lors de l'utilisation des dattes entières pour la fabrication des sirops (**Gourchala et al. ,2022**).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion et perspectives

Notre travail a consisté essentiellement en la formulation d'un yaourt aromatisé et édulcoré avec un sirop de dattes en vue de substituer intégralement le sucre blanc, ajouté habituellement au yaourt, par ce dernier.

Dans un premier temps, les sirops de dattes fabriqués à partir de la variété algérienne *H'mira* avec et sans noyaux jusqu'à atteindre 80°Brix, ont enregistré des pH acides moyens très significativement élevés ($p < 0,001$) dans le SSN (4,52) que celui avec noyau (4,20) exprimant ainsi des acidités inversement proportionnelles ; soient 1,41 vs. 1,59 pour les deux sirops respectivement.

Pour les résultats relatifs aux différents yaourts élaborés, le choix de la concentration du sirop utilisée et du temps de l'ajout du sirop au cours de la fermentation, a été basé sur caractéristiques organoleptiques des yaourts obtenus où une concentration de 10% et un temps d'ajout de 2 h, ont donné une texture ferme non granuleuse et une saveur sucrée acceptable.

Concernant le suivi de la cinétique des paramètres physicochimiques, l'ajout du *Rubb*, les a très significativement ($p < 0,001$) changé, en diminuant le pH et augmentant l'acidité, ceci a été particulièrement noté pour les *Rubb* avec noyaux YSAN où une accélération très significative ($p < 0,001$) de la vitesse d'acidification a été enregistrée de l'ordre de 7% pour le pH et de 22% pour l'acidité par rapport au yaourt témoin YS.

L'étude microbiologique des yaourts : YS, YSAN et YSSN, a révélé une absence totale des germes recherchés (*Staphylococcus aureus*, *Enterobacteriaceae* et *Salmonella*) au cours de la conservation à 4°C pendant les 21 jours ; ce qui confirme une bonne qualité hygiénique avec un caractère très satisfaisant pour ces trois types de yaourt.

L'analyse sensorielle hédonique a fait sortir que plus de la moitié de la population de l'étude a apprécié les trois types de yaourt fabriqués, cependant, le YSAN a obtenu le pourcentage le plus élevé, soit 62,5% suivi du YSSN (57,5%) et du YS (52,5%), ce qui reflète l'intention d'achat la plus importante, soit 82,5% pour le YSAN et une préférence globale deux fois plus importante (43%) par rapport au yaourt témoin (21%). Quant à l'analyse sensorielle descriptive, des scores moyens extrêmement élevés de 7, non significativement différents ($p > 0,05$) ont été obtenus pour les trois types de yaourt avec une texture ferme et un aspect lisse. Alors que, les attributs relatifs à la couleur beige et l'arôme caramel, des scores moyens hautement significativement ($p = 0,000$) plus élevés de 4,13 et 3,3 ont été noté pour les yaourts avec *Rubb* comparativement au YS (témoin) qui a un score extrêmement faible (1). Cependant la saveur sucrée la plus élevée a été enregistrée pour le YS soit 5,4 par rapport aux yaourts avec

Rubb où le YSSN a obtenu un score moyen légèrement plus élevé soit 4,4 que le YSAN soit 4,2. Le yaourt sucré était très apprécié par les enfants avec un taux plus élevé par contre les yaourts avec *Rubb* étaient appréciés chez les adultes.

Tous ces résultats montrent que l'utilisation du sirop de dattes comme édulcorant et aromatisant s'avère très intéressante et donnerait une valeur ajoutée au yaourt élaboré tant sur le plan nutritionnel que fonctionnel et l'ajout du noyau dans la fabrication des sirops ne fait qu'intensifier ces nouvelles acquisitions et améliorer les qualités sensorielles.

Lors de notre étude, la composition nutritionnelle et fonctionnelle ; entre autres l'apport vitaminique et minéral, la composition en éléments bioactifs tels les polyphénols et les antioxydants, des yaourts élaborés n'ont pas été réalisés, il serait donc intéressant de compléter ce travail par des screening et dosages de ces composés pour une meilleure appréciation du nouveau produit ; dans le but de valoriser la fabrication de produits alimentaires locaux et bon marché.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **Abbas F., Bouaziz M., Blecker C., Masmoudi M., Attia H. et Besbès S. 2011.** Date syrup: Effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. *LWT - Food Science and Technology*, 44 (2011) 1827-1834.
2. **Abdel-Ghany A. et Zaki D. 2018.** Production of Novel Functional Yoghurt Fortified with Bovine Colostrum and Date Syrup for Children. *Alexandria Science Exchange Journal*, Vol. 39, No.4, 652-662.
3. **AFNOR 1974.** Produits dérivés des fruits et légumes. NF 05-101. Paris : Afnor 26-29.
4. **AFNOR 1986.** Recueil des normes françaises ; produits dérivés de fruits et légumes, jus de fruits. 2ème édition AFNOR, 343 p.
5. **Al-Bedrani D., Hyder N., Salman et Abdali Altae, 2019.** The effect of adding date syrup (dibs) to the milk prepared for yogurt production on the chemical, rheological and sensory characteristics. *Biochem. Cell. Arch.* Vol. 19, Supplement 1, pp. 2445-2451.
6. **Al-Farsi M. et Lee C., 2008.** Nutritional and functional properties of dates: A review *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Volume 48: 877-887.
7. **Al-Hamdan A.M., Al Juhaimi F.Y., Hassan B.H., Ehmed K.A. et Mohamed Ahmed I. A. 2021.** Physicochemical, Microbiological, and Sensorial Quality Attributes of a Fermented Milk Drink (Laban) Fortified with Date Syrup (Dibs) during Cold Storage. *Foods*, 10, 3157, 1-15.
8. **Ali A., Khalid S., Irfan A. et Din A. 2023.** Formulation and Evaluation of Date Syrup Flavored Soy Milk Yogurt, a Novel Plant Based Alternative of Dairy Products. *Biol. Life Sci. Forum*, 26, x. 1-7.
9. **Al-Jasass F., Aleid S., El-Neshwy A. 2010.** Utilization of Dates in the Manufacture of New Probiotic Dairy Food; No. PR3; *Date Palm Research Center*, King Faisal University: Al-Ahsa, Saudi Arabia.
10. **Amerinasab A., Labbafi M., Mousavi M., Khodaiyan F. 2015.** Development of a novel yoghurt based on date liquid sugar: physicochemical and sensory characterization. *J Food Sci Technol*. DOI 10.1007/s13197-015-1716-4.
11. **Al-Sahlany S., Khassaf W., Niamah A. 2023.** Date juice addition to bio-yogurt: The effects on physicochemical and microbiological properties during storage, as well as blood parameters in vivo. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* ; Volume 22: 71-77.

12. **Béal C. et Corrieu G. 1998.** Production of thermophilic lactic acid starters in mixed cultures. *Lait*. 78, 99-105. Elsevier/Inra
13. **Béal C. et Helinck S. 2019.** Fabrication du yaourt et des laits fermentés, F6315, Techniques de l'Ingénieur. hal-03519802 Volume 44, 43p.
14. **Belkacem H., Bentemra S., Mokhtari I. 2023.** Activité antimicrobienne des sirops de dattes. Mémoire de Master. Université Ibn Khaldoun Tiaret.
15. **Bennabi A. et Aissa S. 2022.** Etude comparative physico-chimique de deux types de sirops de dattes : traditionnel et artisanal. Mémoire de Master. Université Ibn Khaldoun Tiaret.
16. **Benyagoub E., Boulenouar N. et Cheriti A. 2011.** Palmier dattier et ethnonutrition au sud-ouest Algérien : Analyse d'extrait de datte «Robb». *Journal Phyto Chem & Bio Sub*. Volume 5.
17. **Birch LL. 1979.** Dimensions of preschool children's food preferences. *Journal of Nutrition Education*. Volume 11: 77-80.
18. **Boussaid L., Bouallal M., Aquedal H., Iddou A. et Bouras N., 2020.** Aperçu sur les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois sirops de dattes (Rob) élaborés traditionnellement dans la région d'Adrar (Algérie). *Inter. J. Nat. Resour. Env.* Vol. 2, No. 1 ; pp. 14-20.
19. **Dailly H. 2008.** Le réfractomètre, un outil essentiel. *Abeilles & cie* • n°122 (1), 30-32.
20. **Divert-Henin C. 2015.** Caractérisation de l'attraction des enfants pour la saveur sucrée: rôles des expériences alimentaires et apport de l'imagerie cérébrale. Thèse de doctorat. Université Bourgogne. 259p.
21. **Djaoud K., Boulekbache-Makhlouf L., Yahia M., Mansouri H., Mansouri N., Madani K. et Romero A. 2020.** Dairy dessert processing: Effect of sugar substitution by date syrup and powder on its quality characteristics. *Journal of food processing and preservation*. 44 : e14414.
22. **FAOSTAT, 2024.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, USA. [Disponible sur : <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>]. Consulté le 10/06/2024.
23. **Farahnaky A., Mardani M., Mesbahi Gh., Majzoubi M and Golmakani M.T. 2016.** Some physicochemical properties of Date Syrup, Concentrate, and Liquid Sugar in Comparison with Sucrose Solutions. *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 18: 657-668.
24. **Federighi M. 2005.** Les salmonelles (chap.1), In « *Bactériologie alimentaire, Compendium d'hygiène des aliments* » 2e édition. Éditions ECONOMICA, p.5.

25. **Gad A.S., Kholif A.M., et Sayed A. F. 2010.** Evaluation of the nutritionnel value of fonctionnel yoghourt resulting from combinaison of date palm syrup and skim milk. *American journal of food technology*. 5 (4) : 250-259.
26. **Gourchala. F., Mihoub. F., Lakhdar-Toumi. S., Taibi. K. 2022.** From waste to sustainable ingredient: Date (*Phoenix dactylifera* L.) pits incorporation enhances the physicochemical and sensory proprerities of algerian date syrups. *Journal of Food Bioscience*, 48: 101-734.
27. **Guiraud J.P. 1998.** Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris, pp 71-75.
28. Hachana Y. et Rejeb, 2017. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*. Volume 41: 2243- 2252 .
29. **Hannachi. S., Benkhelifa. A., Khitri. D., Brac de la perriere. R.A. 1998.** Inventaire variétale de la palmeraie algérienne. USTHB et URZA, unité de recherche sur les zones arides, 225p.
30. **Haneen, H. M. 2019.** Physicochemical, Microbiological and Sensory Evaluation of Yogurt Prepared with Date paste. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, Vol. 3, Issue 1: 234-248.
31. **Hariri A., Ouis N., Bouhadi D. Et Benatouche Z. 2018.** Characterization of the quality of the steamed yoghurts enriched by dates flesh and date powder variety H'loua. *Banat's Journal of Biotechnology*. IX (17). 31-39.
32. **Hashim I. B., Khalil A. H., Afif H. S. 2009.** "Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber". *J. Dairy Sci.*,92 (11), 5403-5407.
33. **Hussein A., Fouad M., Abd El-Aziz M., Ashour N. et Mostafa E., 2017.** Evaluation of Physico-chemical Properties of Some Date Varieties and Yoghurt Made with its Syrups. *Journal of biological sciences*. Vol. 17 (5): 213-221.
34. **ISO 4832-2006.** Norme internationale ISO 4832. Microbiologie des aliments Méthode horizontal pour le dénombrement des coliformes- Méthode par de comptage des colonies. **ISO 7218-2007.** Norme internationale Troisième édition 2007-08-15. Microbiologie des aliments- Exigences générales et recommandations.
35. **ISO 6888-1-2021.** Norme internationale ISO 6888. Microbiologie de la chaîne alimentaire- Méthode horizontal pour le dénombrement de Staphylocoques à coagulase positive.
36. **Jambi H. 2018.** Effect of replacement of Sucrose with Date Syrup on physiochemical, bacteriological and sensory properties of frozen yogurt. *Middle East Journal of Agriculture Research*. Volume 07 (2), 364-372.

- 37. JORA, 2017.** Journal Officiel De La Républiques Algérienne N°39, Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. 11-32.
- 38. JORA, 2021.** Journal Officiel De La Républiques Algérienne N° 06, Arrêtés, Décisions Et Avis. 19-22.
- 39. Luquet F-M. et Corrieu G. 2005.** « Application des bactéries lactiques dans les produits laitiers frais et effets probiotiques » (chap.1), dans bactéries lactiques et probiotiques. Lavoisier : Éditions Tec & Doc, p.11-57.
- 40. Magsi A., Jatoi A., Malik A., et Lund A., 2021.** Preparation and Sensory Evaluation of Date Yoghurt Ice Cream – A Potential Healthy Dairy Product. *Journal of Animal Health and Production*. Vol. 9, Issue 1, page 94.
- 41. Mchiouer K., Bennani S., Meziane M. 2017.** Microbial interactions between *Lactobacillus Bulgaricus* and *Streptococcus Thermophilus* in milk. *JMES*, Volume 8, Issue 4, Page 1460-1468.
- 42. Mimouni, Y., & Siboukeur, O. 2021.** 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. *Annals of Science and Technology*, 3, 11.
- 43. Mimouni Y., Benaissa A., Bedda H., 2023.** Bioactive metabolite composition and biological properties of date syrups of four cultivars. *Journal of Food and Nutrition Research*, 11(2) :158-167.
- 44. Mustafa R., Abdelwahed EM, El- Neshwyy AA et Taha S. 2016.** Utilization of date syrup (dips) in production of flavoured yoghurt. *Zagazig J. Agric. Res.*, Vol. 43 No. (6B) : 2463-2471.
- 45. Romain J., Thomas C., Pierre S., Gérard B. 2007.** « Du lait aux produits laitiers » (chap1), dans science des aliments. Lavoisier : Editions Tec & Doc, p32.
- 46. Romain J., Thomas C., Pierre S., Gérard B. 2008a.** Les produits laitiers. Éditions Tec & Doc, 185 pages.
- 47. Romain, J., Thomas C., Pierre S., Gérard B. 2008b.** « Laits fermentés et desserts lactés » (chap.2), dans les produits laitiers. Lavoisier : Editions Tec & Doc, p. 24-27.
- 48. Savadogo A. et Traore A. 2011.** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits ferments. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(5) : 2057-2075.
- 49. Shahein M., Atwaa E., ELKOT W., Hijazi H., Kassab R., ALBLIHED M. et Elmahallawy E., 2022.** The Impact of Date Syrup on the Physicochemical,

Microbiological, and Sensory Properties, and Antioxidant Activity of Bio-Fermented Camel Milk. *Fermentation*, 8, 192. 1-13.

- 50. Slavica G. et Mirjina G. 2023.** Facteurs affectant la préférence des consommateurs pour une alimentation saine et des aliments fonctionnels. *Aliments et matières premières*. Volume 11 :259-271.
- 51. Vayalil. P. K. 2002.** Antioxidant and antimutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera* L. Arecaceae). *Journal of agricultural and food chemistry*, 50,610-617.
- 52. Werner J., Raphael B., Jurg L. et Alain E. 2010.** « Analyse sensorielles » (chap11), dans science et technologie des aliments. Presses polytechniques et universitaires romandes : Premières édition, p 175.
- 53. Yacoub S., Mohamed M., Héral., Awad S. 2024.** Improving the Quality and Sensory Properties of Drinkable Yogurt Made from Goat and Sheep Milk with Date Puree. *Alexandria Science Exchange Journal*, Vol. 45, No.1, 35-45.
- 54. Yashaswini.N.N. & Arunkumar H. 2016.** Process optimization for the preparation of date syrup blended yoghurt. *Quest Journals Journal of Research in Agriculture and Animal Science*, Vol. 4, Issue 2, 20-22.

ANNEXES

Annexes

Annexe 01 : Photo de la poudre de lait utilisée pour la fabrication des yaourts



Annexe 02 : Les souches lyophilisées utilisées pour la fabrication des yaourts



Annexe 03 : Composition des différents milieux de culture utilisés (Guiraud, 1998)❖ **BP** (Baird Parker : milieu pour l'isolement des *Staphylococcus*)

- Tryptone.....10g
- Extrait de viande.....5g
- Extrait de levure.....1g
- Chlorure de lithium.....5g
- Gélose.....20g
- Sulphamézathine de sodium à 0,2% (facultatif).....25 ml

pH 7. Autoclaver 15 minutes à 120 °C. Ajouter au moment de l'emploi à 100 ml de milieu en surfusion

- Glycocolle à 12 % 10 ml
- Tellurite de potassium à 1 % 1ml
- Pyruvate de sodium à 20 %5 ml
- Emulsion stérile de jaune d'œufs5 ml

Emulsion de jaune d'œufs

Utiliser des œufs frais de poule à coquille intacte. Nettoyer les œufs avec une brosse à l'aide d'un détergent liquide. Les rincer à l'eau courante puis désinfecter les coquilles, en les plongeant dans l'éthanol pendant 30 s et les laissant sécher à l'air, En opérant de façon aseptique, casser chaque œuf et séparer le jaune du blanc. Placer les jaunes dans un flacon stérile et ajouter trois fois leur volume d'eau stérile. Mélanger vigoureusement. Chauffer le mélange dans le bain marie réglé à 47° C pendant 2 h et entreposer à +3° C ± 2° C pendant 18 h à 24 h pour laisser se former un précipité. Recueillir aseptiquement le liquide surnageant dans un flacon récemment stérilisé pour l'utilisation.

❖ **Hektoen**

- Protéose-peptone12g/l
- Extrait de levure3g/l
- Chlorure de sodium5g/l
- Thiosulfate de sodium5g/l
- Sels biliaires9g/l
- Citrate de fer ammoniacal1,5g/l
- Salicine2g/l
- Lactose12g/l
- Saccharose12g/l
- Fuschine acide0,1g/l
- Bleu de bromothymol.....65mg/l
- Gélose13mg/l

pH 7,6. Stériliser par 5min d'ébullition (ne pas autoclaver)

❖ **VRBG** (Violet Red Bile Glucose)

- Extrait de levure3g /l
- Peptone7g/l
- Chlorure de sodium5g/l
- Sels biliaires.....1,5g/l

- Glucose10g/l
- Rouge neutre0,03g/l
- Cristal violet0,002g/l
- Agar12g/l

pH 7,4. Autoclaver 15 minutes à 120 °C.

❖ Eau peptonée tamponnée

- Peptone.....20g/l
- Chlorure de sodium.....5g/l
- Phosphate disodique.....9g/l
- Phosphate monopotassique.....1,5g/l

pH 7,2. Répartir en tube à essais (9-10 ml) ou en flacon de 90 ml. Autoclaver 30 minutes à 115 °C.

❖ Tryptone-sel (bouillon)

- Tryptone1g/l
- Chlorure de sodium8,5g/l

pH 7. Répartir en tubes à essais (9-10ml). Autoclaver 20min à 120°C.

❖ Bouillon selenite cystine (SFB)

- Tryptone5g/l
- Lactose4g/l
- Sélénite acide de sodium4g/l
- Phosphate disodique10g/l
- L-cystine0,01g/l

pH final à 25°C : 7,0 ± 0,2

Annexe 04 : Photos prises lors de la fabrication des sirops de dattes



Annexe 05 : Photos prises lors de la fabrication des yaourts



Annexe 06 : Standardisation de la matière grasse

Si l'on souhaite préparer un mix de 144g de lait de 2% de matières grasses, il faut calculer les proportions de lait écrémé à 0% de matières grasses x et de lait à 26% de matières grasses y qu'il faudra mélanger : (Béal et Helinck, 2019).

$$x + y = 1$$

$$0x + 26y = 2$$

$$y = 12g ; x = 132g$$

Annexe 07 : Photos prises lors du dosage de l'acidité**Annexe 08 : Fiche d'analyse hédonique sur les trois types des yaourts**

- **Les données sociodémographiques**

Date :	Genre :
Niveau d'étude :	Age :

- **Le questionnaire**

a) **Appréciation globale**

Acceptable Bonne Très bonne

b) **Intention d'achat**

Jamais Rarement souvent

Annexe 09 : Fiche d'analyse descriptive sur les trois types des yaourts

➤ Les données socio-économiques

Date :

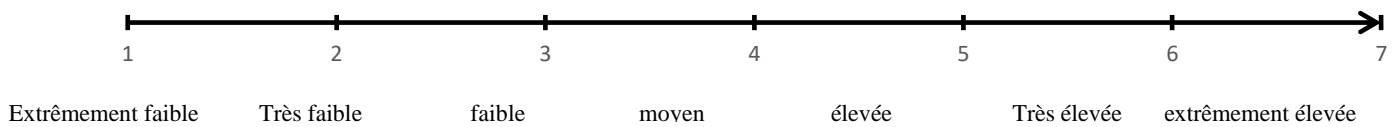
Genre :

Age :

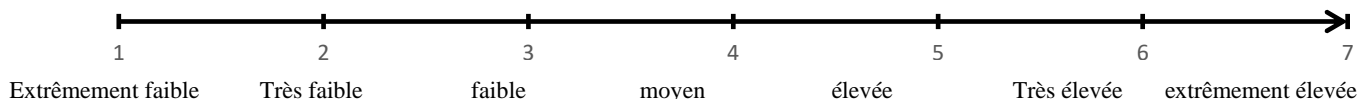
Niveau d'étude :

➤ Le questionnaire :

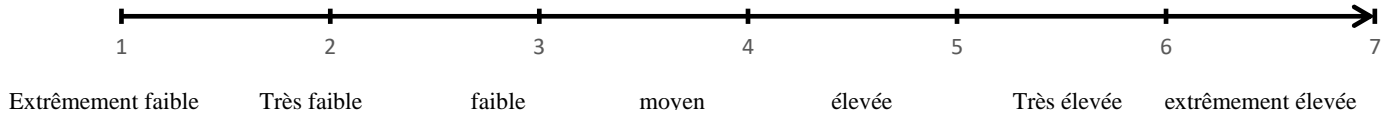
1. Couleur beige



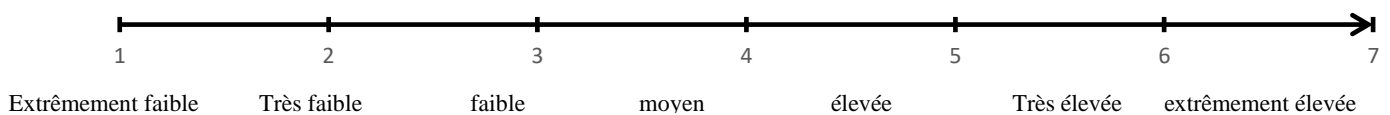
2. Le goût



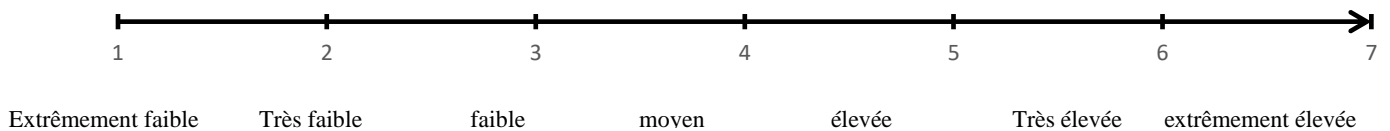
3. Texture



4. Aspect lisse



5. Odeur caramel



Annexe 10 : Résultats des analyses microbiologiques



Résumé

Notre travail consistait en l'exploitation d'un dérivé de dattes algériennes : « sirop de dattes » par la valorisation de variétés à faible valeur marchande telle que *H'mira* autant que matière première particulièrement riche en sucres et en métabolites secondaires biologiquement actifs, d'une part et d'autre part, en apportant des propriétés sensorielles intéressantes par son incorporation dans un yaourt.

La présente étude a porté sur la formulation d'un yaourt aromatisé et édulcoré en utilisant deux types de sirop de dattes fabriqués avec et sans noyaux. Ces derniers remplaceraient les édulcorants artificiels par une source naturelle de pouvoir sucrant, de coloration et d'agent aromatisant en vue de créer un yaourt savoureux et sain. Un suivi de la cinétique des paramètres physicochimiques relatifs au pH et à l'acidité, au cours de la fermentation, une analyse microbiologique pendant la durée de stockage ainsi qu'une analyse sensorielle hédonique et descriptive, ont été réalisés sur les trois types de yaourt : YSAN, YSSN et YS.

Les résultats ont montré une accélération hautement significative ($p < 0,001$) de la vitesse d'acidification dans les yaourts avec sirops de dattes par rapport au sirop témoin (avec sucre) enregistrant des diminutions de pH de 7% et des augmentations d'acidité de 22%. L'analyse microbiologique a indiqué une bonne qualité hygiénique des trois sirops qui reste stable pendant les 21 jours de stockage à 4°C. L'analyse sensorielle hédonique a fait sortir une forte acceptabilité des yaourts avec sirops reflétant la préférence la plus importante enregistrée pour YSAN soit 62,5% confirmée par une intention d'achat importante de 82,5%. Ce qui a été prouvé par l'analyse sensorielle descriptive où des scores moyens de 4,13 et 3,3 ont été notés pour les yaourts avec sirops concernant les attributs couleur beige et arôme caramel respectivement comparativement au YS (témoin) qui a enregistré un score moyen extrêmement faible de 1.

Le yaourt ainsi formulé offre non seulement une alternative naturelle aux édulcorants traditionnels, mais présente également des propriétés organoleptiques distinctes, enrichissant ainsi l'expérience gustative des consommateurs, ce qui offre des perspectives prometteuses pour l'industrie alimentaire en explorant de nouvelles avenues pour la création de produits sains et délicieux.

Mots clés : Sirop de dattes, Yaourt, analyse sensorielle, analyse physicochimique, analyse microbiologique.

المخلص

يتألف عملنا من استغلال أحد مشتقات التمور الجزائرية: "شراب التمر" من خلال تثمين الأصناف ذات القيمة السوقية المنخفضة مثل الحميرة كمادة خام غنية بشكل خاص بالسكريات والمستقلبات الثانوية النشطة بيولوجيا، من ناحية و من ناحية أخرى، من خلال توفير خصائص حسية مثيرة للاهتمام من خلال دمجها في الزبادي.

ركزت الدراسة الحالية على تحضير الزبادي المنكه والمحلى باستخدام نوعين من شراب التمر المصنوع من النوى ومن دون النوى. من أجل أن يحل محل الحليات الصناعية بمصدر طبيعي لقوة التحلية وعامل التلوين والنكهة لصنع زبادي لذيذ وصحي. تم إجراء مراقبة حركية المعلمات الفيزيائية والكيميائية المتعلقة بالأس الهيدروجيني والحموضة، أثناء التخمر، والتحليل الميكروبيولوجي أثناء التخزين بالإضافة إلى التحليل الحسي والوصفي، على الأنواع الثلاثة من الزبادي زبادي بالسكر زبادي بشراب التمر المصنوع من النوى ومن دون النوى .

أظهرت النتائج تسارعاً عالي المعنوية ($p < 0.001$) في سرعة التحميض في الزبادي مع شراب التمر مقارنة بشراب المراقبة (مع السكر) مسجلاً انخفاضاً في الرقم الهيدروجيني بنسبة 7% وزيادة في الحموضة بنسبة 22%. أشار التحليل الميكروبيولوجي إلى جودة صحية جيدة للعصائر الثلاثة والتي ظلت مستقرة خلال 21 يوماً من التخزين عند درجة حرارة 4 درجات مئوية. كشف التحليل الحسي الممتع عن قبول قوي للزبادي مع الشراب مما يعكس أعلى تفضيل مسجل للزبادي بشراب التمر لمصنوع من النوى، أي 62.5%، وهو ما أكدته نسبة شراء كبيرة بنسبة 82.5%. وقد تم إثبات ذلك من خلال التحليل الحسي الوصفي حيث لوحظ متوسط درجات 4.13 و 3.3 للزبادي مع الشراب فيما يتعلق بصفات اللون البيج ورائحة الكراميل على التوالي مقارنة مع الزبادي بالسكر الذي سجل متوسط درجة منخفض للغاية قدره 1.

لا يقدم الزبادي المصنوع على هذا النحو بديلاً طبيعياً للحليات التقليدية فحسب، بل يعرض أيضاً خصائص حسية متميزة، وبالتالي إثراء تجربة التذوق لدى المستهلكين، مما يوفر أفقاً واعدة لصناعة الأغذية في استكشاف طرق جديدة لإنتاج منتجات صحية ولذيذة.

الكلمات المفتاحية: شراب التمر، الزبادي، التحليل الحسي، التحليل الفيزيوكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي.