

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Contrôle de qualité et analyse des aliments



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Elaboration d'un yaourt brassé à base des dattes, sirop de dattes et la châtaigne au sein de l'entreprise LAITIERE SOUMMAM.

Présenté par :

BEN BOUBKEUR SOUHEYLA & LAIB ASMA

Soutenu le : **04/07/2024**

Devant le jury composé de :

Mme. CHOUGUI N.	Prof	Présidente
Mme. GUENDOUZE N.	MCA	Encadrante
Mme. TOUATI N.	MCA	Examinatrice
Mme. BRAHMI F.	Prof	Co-encadrante

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciements

Nous débutons en exprimant notre gratitude envers Allah Tout-Puissant pour nous avoir donné le courage et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail modeste. En premier lieu, nous remercions sincèrement Mme GUENDOUZE pour son encadrement, ainsi que nos co-promotrices, Mme BRAHMI, Mme BOULEKBACHE, Mme SMAIL et Mme ACHAT, pour leur précieuse aide, leurs remarques et leurs conseils qui ont grandement contribué à la réussite de ce projet.

Nous tenons particulièrement à remercier nos parents pour leur soutien constant et leur réconfort tout au long de notre parcours universitaire. Nous exprimons également notre gratitude envers les membres du jury, Mme CHOUGUI et Mme TOUATI, pour avoir accepté d'évaluer notre travail, ainsi qu'à Mme MAHOUL pour nous avoir permis de réaliser nos recherches au sein de son laboratoire. Un merci spécial à M. ALLOU pour nous avoir accueillis au sein de la SARL Laiterie SOUMMAM.

Nous souhaitons également remercier chaleureusement le personnel des laboratoires de microbiologie et de physico-chimie de la laiterie Soummam pour leur précieuse assistance. Enfin, nous exprimons notre reconnaissance envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à notre formation, ainsi qu'à tous ceux qui nous ont soutenus et encouragés tout au long de ce travail.

Dédicaces

Je tiens à exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance à ma chère mère pour son soutien constant, ainsi qu'à mon cher père pour tout ce qu'il m'a offert au fil des ans afin de réaliser le fruit de ce jour. Merci également à mes sœurs, Israa, Roumaïssa, Nour Al-Djinane, et mon frère Ahmed Yassine, mon seul soutien après mon père.

Je remercie également mes amies de toujours pour leur soutien dans la réalisation de ce travail, particulièrement ma collègue souheyla à qui j'exprime ma gratitude sincère, sans qui je n'aurais pas pu accomplir tout cela, ainsi qu'à sa famille.

Ensuite, je remercie mes compagnes de route, Maria, Sarah, Takoua, Khadija, nada, tiziri, noudjoud, nourhane, Loubna, Mariama, Wafa, Nadia ainsi que certains amis et le groupe Akan kan, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Ce fut ma première étape réussie, et je remercie toute la famille pour leur soutien constant. Je remercie également mon encadrante, avec mes vœux de prompt rétablissement.

ASMA

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma chère mère, qui m'a donné naissance et veillé à ce que j'arrive là où je suis aujourd'hui, ainsi qu'à mon cher père, qui a travaillé dur pour répondre à mes demandes.

Je dédie également ce projet à mes frères et à ma famille, en particulier à ma grand-mère dont les prières ont facilité mon parcours, à ma tante qui a été à mes côtés à chaque instant, et à mon oncle et sa femme qui m'ont soutenu financièrement et moralement.

Je dédie ce travail à Asma, qui m'a soutenue dans ce projet, supporté mes sautes d'humeur et a été mon meilleur soutien, m'inspirant à choisir cette spécialité et cet endroit ; à mon ami proche Sondous ; et à mes sœurs, Maria, Sara, Tiziri, Wafa, Mariama, Nadia, et Takoua, qui ont partagé mes moments de douleur et de joie.

Je dédie ce projet aux soldats invisibles qui m'ont soutenu dans ce travail, ainsi qu'à mes amis à l'étranger.

Enfin, je me dédie ce projet à moi-même, pour avoir travaillé dur, mentalement et physiquement, afin de réaliser le meilleur travail possible.

Souheyla

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

Partie bibliographique

I. Le yaourt.....	3
I.1. Historique.....	3
I.2. Définition du yaourt.....	3
I.3. Composition du yaourt.....	3
I.4. Bactéries caractéristiques du yaourt.....	4
I.4.1. Lactobacilles bulgarus.....	4
I.4.2. Streptococcus.Salivarius subsp.thermophilus	5
I.4.3. Protocoopération des bactéries du yaourt.....	5
I.5. Intérêt nutritionnel et thérapeutique	5
I.6. Technologie de fabrication du yaourt.....	6
II. Les châtaignes.....	8
II.1. Description botanique.....	7
II.2. Classification	7
II.3. Origine et production.....	8
II. 4. Composition et valeur nutritionnelle	9
II. 5. Utilisations médicales.....	11
III. Les dattes et sirop de dattes	13
III.1. Description botanique.....	12
III.2. Classification des dattes	12
III.2.1 Classification des dattes selon leur consistance	13
III.3. Origine et production.....	13
III.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle	13
III.5. Effets thérapeutiques et cosmétique des dattes.....	15
III .6. Transformation des dattes.....	15
III. 6.1. Voies de valorisation des pulpes des dattes	15
III. 6 .1.1. Transformation biologique des pulpes des écarts de triage de dattes	17
III. 6.1.2. Transformation technologique des pulpes de dattes comestibles	17
III. 6.1.3. Sirop de dattes	18
III. 6.1. 4. Composition biochimique des sirops des dattes	18
III. 6.1. 5. Valeurs nutritionnelles du sirop de dattes	19
III. 6.1. 6.Utilisations du sirop de dattes.....	20

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

I. Matériel végétal.....	22
I.1. Châtaigne	22
I.2. Dattes	22
I.3 Préparation des échantillons.....	23

II. Formulation des yaourts brassés	23
III. Analyses physico-chimiques et phyto-chimiques.....	25
III.1. Mesure du pH	25
III.2. Mesure de l'acidité titrable.....	26
III.3. Détermination de la teneur en eau	27
III.4. Détermination de la teneur en cendres	27
III.5. Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométrique	28
III.6. Détermination de l'extrait sec	28
III.7. Ecoulement.....	28
III.8. Détermination du degré Brix	29
III.9. Test de fermentation	29
III.10. Test d'antibiotiques	30
III.11. Eau de process	30
III.11.1. T.A	30
III.11.2. T.A.C	30
III.11.3. Détermination de la conductivité.....	31
III.11.4. Détermination du Titre Hydrotimétrique (TH)	31
III.11.5. Détermination des chlorures Cl ⁻	31
III.11.6. Détermination de la turbidité.....	32
III.12. Présentation et principe de fonctionnement du Milko Scan FT120	32
IV. Analyses microbiologiques.....	32
IV. 1. Poudre de lait.....	32
IV. 2. Préparation des fruits, base lactée et produit fini.....	33
VI. Analyses phyto-chimiques.....	35
VI.1. Extraction	35
VI.2. Dosage des polyphénols totaux	35
VI.3. Dosage des flavonoïdes.....	36
I. Analyses physico-chimiques	37
I. Résultats et discussion.....	38
I.1. Caractérisation de la matière première.....	37
I.1.1. Sirop de date.....	37
I.1.2. Châtaigne	38
I.1.3. Dattes	38
I.1.4. Poudre de lait	39
I.1.5. Eau de process.....	40
I.2. Caractérisation du produit semi fini	40
I.2.1. La base lactée.....	40
I.2.2. Préparation de fruits	41
I.3. Caractérisation du produit fini	41
I.3.1. Evolution du pH et de l'acidité jusqu'à la DLC	42
II. Analyses phytochimiques	42
II.1. Teneurs en polyphénols totaux.....	42
II.2. Teneurs en flavonoïdes	44
III. Analyses microbiologiques.....	46
III.1. Caractérisation de la matière première	46
III.1.1. Poudre de lait.....	46
III.2. Caractérisation du Semi fini	46
III.2.1. Base lactée.....	46
III.3. Caractérisation de produit fini.....	47
III.4. Evolution de la flore lactique	48
IV. Analyse sensorielle	48

IV. 1. Profil sensorielle des yaourts	48
IV.2. Caractérisation de produits	49
IV.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur	49
IV.2.2. Coefficient des modèles	50
IV.2.3. Analyse en composante principale (ACP)	50
IV.2.4. Cartographie des préférences (PREFMAP)	51
Conclusion	54
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des abréviations

Abs : Absence.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AGIR : Agroalimentaire Innovation Recherche.

BCP : Pourpre de Bromocrésol.

BL : Bactérie Lactique.

BLBVB: Le bouillon lactosé bilié au vert brillant .

CSR : Clostridium Sulfito Réducteur.

DLC : Date Limite de Consommation.

EAG: Equivalent Acide Gallique.

EQ : Equivalent.

ES : Extrait Sec.

EDTA: Ethylène diamine tétraacétique .

FAO: Food and Agriculture Organization.

ISO : International Standard Organisation.

JORA : Journal officielle république algérienne.

MG : Matière Grasse.

MP : Matière Protéique.

MF : Matière fraîche.

MQ: Muller kauffmann .

M17: Medium 17.

MRS: Man Rogosa Sharpe.

N : Normal.

NF : Norme Français.

PPT : Polyphénols totaux.

PF : Produit fini.

pH : Potentiel d'hydrogène.

PCA : Plate Count Agar.

PDF : Préparation de fruits.

PDL : Poudre du lait.

SM : Solution mère.

TH% : Taux d'humidité.

TH : Dureté.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

UFC : Unité Formant Colonies.

VF : Viande Foie.

VRBL : Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre.

XLD : Xylose Lysine Désoxycholate.

YGC : Yeast Extract glucose Chloramphenicol (gélose glucosée à l'extrait de levure) .

Liste des figures

Fig. 1. Les étapes de procédé de fabrication de types de yaourt.....	6
Fig. 2. Morphologie de la châtaigne.....	7
Fig. 3. Coupe d'une datte.....	12
Fig.4. Possibilité de valorisation agro-industrielle des dattes.....	16
Fig.5. Diagramme de transformation technique et biotechnologique de la datte.....	17
Fig.6. Diagramme de production de sirop de dattes.....	18
Fig.7. Organigramme de la démarche expérimentale.....	21
Fig.8. Photographie du châtaigne.....	22
Fig.9. Photographie des dattes utilisées " Hmira".....	22
Fig.10. Processus de fabrication d'un yaourt brassé à base des dattes, sirop de datte et la châtaigne.....	24
Fig.11. Résultats d'analyse physico-chimique de la poudre de lait (26% et 0%).....	39
Fig.12. Variation du pH et de l'acidité dans le yaourt brassé enrichi étudiés en fonction des jours.....	42
Fig. 13. Dosage des polyphénols totaux.....	43
Fig.14. Détermination de la teneur en flavonoïdes.....	45
Fig.15. Profil sensoriel des yaourts analysées.....	48
Fig.16. Pouvoir discriminant par descripteur.....	49
Fig.17. Coefficients des modèles pour chaque yaourt.....	50
Fig.18. Corrélations entre les attributs(a) et les produits(b).....	51
Fig.19. Carte des préférences des yaourts analysées.....	52

Liste des tableaux

Tableau I : Composition d'un yaourt.....	2
Tableau II : Classification botanique de la châtaigne.....	8
Tableau III : Composition nutritionnelle pour 100 g de châtaignes.....	10
Tableau IV : Classification botanique des dattes.....	13
Tableau V . Compositions biochimique des principales variétés.....	14
Tableau VI : Les dattes dans la pharmacopée et autres usages.....	15
Tableau VII : Composition du sirop de dattes.....	19
Tableau VIII : Concentration des préparations de fruits.....	23
Tableau IX : Proportions de fruits incorporés aux yaourts.....	24
Tableau X : Analyses physicochimiques effectuées sur les matières premières et le produit fini.....	25
Tableau XI : Analyses microbiologiques effectuées sur la matière première (poudre de lait)33	
Tableau XII : Analyses microbiologiques effectuées sur la préparation de fruit, la base lactée et produit fini.....	33
Tableau XIII : Échantillons d'évaluation sensorielle.....	34
Tableau XIV : Résultats d'analyses physicochimiques de sirop des dattes.....	37
Tableau XV : Résultats d'analyses physicochimiques de la châtaigne.....	38
Tableau XVI : Résultats d'analyse physicochimiques des dattes.....	38
Tableau XVII : Résultats d'analyses des paramètres physicochimiques de l'eau de process .40	
Tableau XVIII : Résultats d'analyses physicochimiques de la base lactée.....	40
Tableau XIX : Résultats physicochimiques de la préparation de fruits.....	41
Tableau XX : Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini.....	41
Tableau XXI : Résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait.....	46
Tableau XXII : Résultats d'analyses microbiologiques de la base lactée.....	47

Tableau XXIII : Résultats d'analyses microbiologiques de la préparation de fruits.....	47
Tableau XXIV : Résultats de l'analyse microbiologique de produit fini.....	47
Tableau XXV : Résultats du suivi du dénombrement de la flore lactique.....	48

Introduction

Introduction

Le lait se prête à de très nombreuses transformations et donne naissance à une multitude de produits laitiers qui sont au cœur de notre alimentation : laits, fromages, yaourts, beurres, crèmes, desserts lactés et autres produits laitiers. Ces produits font ainsi partie de notre quotidien et contribuent, sous des formes variées et riches au goût, à l'équilibre alimentaire à chaque âge de la vie (**Bourlioux et al., 2011**).

Parmi les produits laitiers, le yaourt est très apprécié par son goût caractéristique et sa texture. Il est de large consommation, possède une grande valeur nutritionnelle et sa consommation est associée à de nombreux bienfaits pour la santé. Il est plus digestible que le lait non fermenté et contient deux fois plus d'acides aminés libres. Cette caractéristique résulte du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries (**Hachana et al., 2017**). Il existe une grande diversité de yaourts commerciaux qui varient en composition, texture et saveur, et ils peuvent contenir des mélanges de fruits (**Saint-Eve et al., 2016**).

Les dattes, fruits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), occupent une place importante dans l'économie du pays et constituent pour la population saharienne, particulièrement, un aliment de base, riches en éléments nutritifs et surtout disponible durant toute l'année (**Mimouni et al., 2022**). Elles peuvent être utilisées comme matière première dans l'élaboration de nombreux produits facilement commercialisables, tels que le sucre liquide, les pâtes de dattes, les jus, les sirops, les boissons gazeuses, la confiserie, l'alcool et le vinaigre (**Djafri et al., 2021**).

Le sirop de dattes « Robb » est un produit qui appartient aux traditions culinaires Algériennes et il est doté d'une valeur nutritionnelle. C'est un aliment hautement énergétique, riche en glucides, et minéraux ; mais il contient également un mélange très complexe d'autres composés, acides aminés, de polyphénols et de caroténoïdes (**Sediki et Seddiki , 2023**).

La châtaigne, riche en amidon, protéines et lipides essentiels. Elle est prometteuse pour créer de nouveaux aliments fonctionnels. Devenue un ingrédient prisé, elle est utilisée dans les boulangeries et diverses préparations pour améliorer l'apparence et le goût. Ses composants, extraits et purifiés, servent aussi de compléments alimentaires pour enrichir et améliorer la qualité des produits (**Li et al., 2022**).

L'objectif de notre travail est de développer un nouveau yaourt brassé à base de dattes, de sirop de dattes et de châtaignes. Notre contribution dans cette étude consiste à évaluer l'effet de l'incorporation de ces ingrédients sur les caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et sensorielles du yaourt.

Introduction

Le travail réalisé est ainsi scindé en deux parties principales qui sont :

- La partie théorique est composée de trois chapitres : yaourt, châtaignes, dattes et sirops des dattes .
- La pratique qui renferme le matériel et les méthodes utilisés ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.

Partie

Bibliographique



Le yaourt



I.1.Historique

Les premières traces de l'invention du yaourt remontent à l'époque néolithique (entre 10 000 et 5 000 ans av. J.-C) et ont été découvertes en Asie Centrale, non en Bulgarie. Au Moyen-Orient, les gardiens de troupeaux conservaient leur lait dans des sacs en peau de chèvre, qu'ils accrochaient sur le dos de leurs chameaux. Après un voyage sous le soleil brûlant, le lait était transformé en une crème piquante à cause des sucs intestinaux se dégageant du sac. En plus de la chaleur et de l'agitation causée par les mouvements du chameau (**Fisberg and Machado 2015**).

I.2.Définition du yaourt

Les yaourts appartiennent à la catégorie des produits ultra-frais laitiers, qui nécessitent une conservation à une température comprise entre 0 et 6 °C, ces produits présentent une période de conservation courte. Selon la définition internationale du Codex Alimentarius, établie en 1975 et révisée en 2003, les yaourts sont des laits fermentés contenant deux espèces bactériennes vivantes : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii sub sp. Bulgaricus*. Ces laits fermentés n'ont subi aucun traitement thermique après la fermentation. À la date limite de consommation, ils doivent contenir au moins 10^{-7} unités formant colonie (UFC) par gramme ou millilitre de produit. Le terme yaourt, ou yogourt, est réservé aux laits fermentésensemencés avec ces bactéries lactiques, qui doivent rester vivantes à hauteur d'au moins 10 millions par gramme pendant toute la durée de vie du produit (**JORA N°06, 2021**).

I.3.Composition du yaourt

Les yaourts et les laits fermentés, tout comme le lait, présentent un grand intérêt nutritionnel grâce à leur richesse en calcium et en vitamines, ainsi qu'à leur équilibre entre glucides, protéines et lipides (**Béal et Sodini, 2003**). Le tableau ci-dessous montre la composition du yaourt.

Tableau I : Composition d'un yaourt (Ciqual, 2016).

	Energie (kcal/100g)	Protéines (g/100g)	Lipides (g/100g)	Glucids (g/100g)	Calcium (mg/100g)	VitamineB2 (mg/100g)
Yaourt nature	71	3,8	3,6	5,0	126	0,21
Yaourt nature au lait partiellement écrémé	47	4,0	1,0	4,8	143	0,25
Yaourt nature Au lait écrémé (0%MG)	42	4,4	0,0	5,1	143	0,24
Yaourts aux fruits au lait demi-écrémé	92	3,2	1,7	15,2	114	0,18
Yaourts aux fruits au lait écrémé (0% MG)	45,2	4,3	0,1	6,0	128	0,27
Yaourts aromatisés au lait partiellement écrémé	82	3,4	1,3	13,5	115	0,20

I.4. Bactéries caractéristiques du yaourt

Les bactéries lactiques sont des procaryotes vivants, gram-positifs, hétérotrophes et chimio-organotrophes qui produisent de l'acide lactique comme principal produit final par le biais d'un métabolisme hétérofermentaire ou homofermentaire (Savado et Traore, 2011). Ces bactéries sont rencontrées couramment dans les aliments fermentés traditionnels tels que le yaourt, le levain, les boissons, le vin, les saucisses et les olives (Icer et al., 2023).

I.4.1. *Lactobacillus delbrueckii sub sp. bulgaricus*

Les lactobacilles sont des bactéries lactiques (LAB) Gram-positives qui peuvent être trouvées dans les plantes, les animaux et les niches alimentaires. Certaines espèces associées au tractus gastro-intestinal (GI) sont considérées comme des probiotiques (Svado et Traore, 2011).

Les lactobacilles sont responsables du développement de l'arôme du yaourt via leur thréonine-aldolase, qui synthétise l'acétaldéhyde à partir de la thréonine. Ils produisent exclusivement l'isomère D (-) de l'acide lactique, dont la consommation excessive est déconseillée en raison des risques de troubles métaboliques graves, surtout chez les personnes ayant des problèmes de santé. De plus, la conservation à basse température peut entraîner une post-acidification, modérant ainsi l'acidité du yaourt (Zourari et Desmazeaud, 1991).

I.4.2. *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*

C'est une bactérie clé dans la production laitière, elle est Gram-positive à cellules ovoïdes se présentant par paires ou en courtes chaînes.

Il s'agit d'une bactérie thermophile dont la température de croissance optimale est de 42 °C et d'un organisme anaérobie aérotolérant. *S. thermophilus* appartient au groupe des *Salivarius* qui comprend également *S. salivarius* et *S. vestibularis* (Facklam, 2002; Gao et al., 2014).

Dans la production de yaourt, le rôle principal de *S. thermophilus* est l'acidification rapide liée à la production d'acide lactique, mais aussi la production de produits de fermentation secondaires tels que le formate (Perez et al., 1991), l'acétaldéhyde ou le diacétyl qui contribuent aux propriétés aromatiques et texturales du produit fermenté (Uriot et al., 2017).

I.4.3. Protocoopération des bactéries du yaourt

Les interactions entre *S. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* sont décrites comme une proto-coopération (Hols et al., 2005), c'est-à-dire une relation symbiotique entre les deux espèces. *S. thermophilus* produit du CO₂ et de l'acide formique qui stimulent la croissance de *Lb. bulgaricus*, tandis que cette dernière hydrolyse les protéines du lait en libérant des peptides et des acides aminés qui améliorent la qualité du lait et la croissance de *S. thermophilus* (Uriot et al., 2017).

I.5. Intérêt nutritionnel et thérapeutique

Le yaourt et les laits fermentés ont des effets bénéfiques pour la santé en s'associant aux souches spécifiques de bactéries qu'ils contiennent (Bourlioux et al., 2011). Les protéines du yaourt présentent un intérêt particulier tant du point de vue quantitatif que qualitatif. En effet, ses protéines favorisent l'assimilation du calcium (Bourlioux et al., 2011).

Les bactéries lactiques que contient le yaourt sont des probiotiques. Elles empêchent notamment les troubles intestinaux fonctionnels, la réduction de la sévérité des diarrhées infectieuses, et elles présentent un effet bénéfique sur la diarrhée post-antibiotique (Lecerf, 2020). Le yaourt est également une excellente source de micronutriments tel que le calcium qui joue un rôle important à l'égard du fonctionnement normal du corps. Ce minéral joue un rôle indispensable au métabolisme osseux et à la prévention du métabolisme osseux l'ostéoporose

(Bourlioux et al., 2011). Il contribue à la gestion du poids en raison de sa teneur en protéines et en probiotiques, le yaourt peut favoriser la satiété et aider à la gestion du poids (Morissette et al., 2020).

Les produits laitiers sont associés à une diminution des facteurs de risque cardiovasculaire, en particulier du diabète de type 2, du syndrome métabolique et, dans une moindre mesure, de la pression artérielle (Morissette et al., 2020).

I.6. Technologie de fabrication du yaourt

Les procédés de fabrication des yaourts se caractérisent par trois phases successives composées chacune de plusieurs étapes : la préparation, la fermentation qui aboutit à l'obtention d'une masse blanche et les traitements post-fermentaires qui aboutissent au produit fini. Le schéma de production diffère selon le type de produit fabriqué (yaourt ferme, brassé, à boire ou concentré) et présente des variations en fonction de sa teneur en matière grasse et de son arôme. Le schéma général de production des types de yaourts est présenté sur la figure ci-dessous (Béal et Helinck, 2019).

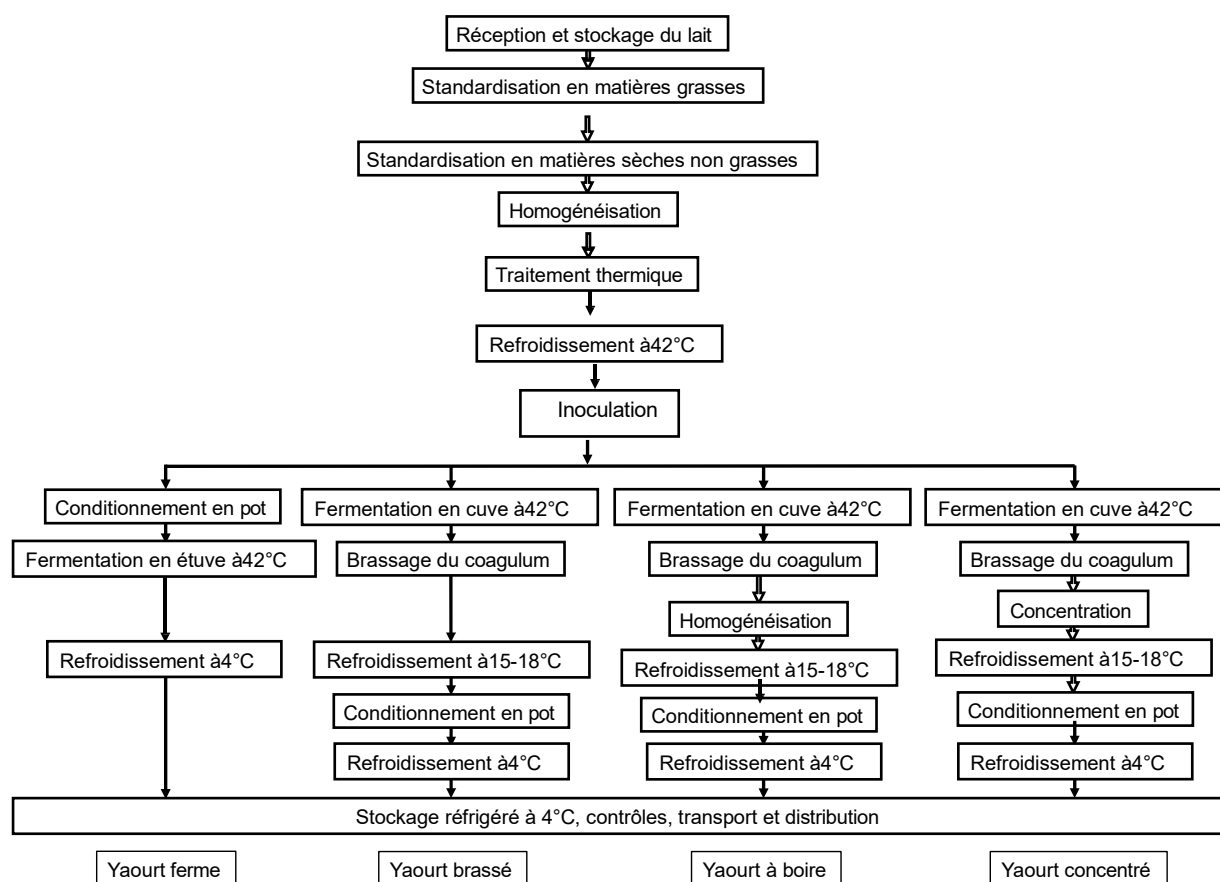


Fig.1. Les étapes de procédé de fabrication de types de yaourt (Béal and Helinck, 2019).

La châtaigne



II.1. Description botanique

La châtaigne (*Castanea*), de la famille des Fagaceae, est un akène qui se présente sous forme d'un fruit cloisonné. A maturité, la punaise s'ouvre et le fruit est libéré au niveau du hile. Sa graine présente deux cotylédons solides recouverts d'une pellicule de couleur brune claire (Conedera et al., 2004).

Les châtaigniers sont des arbres à feuilles caduques pouvant atteindre 25 à 30 m de haut, avec de très grosses branches et une cime étalée lorsqu'ils sont isolés. Ses feuilles sont grandes et oblongues, régulièrement dentées et pointues (Châtaigner, 2014), la morphologie de la châtaigne est présenté sur la figure ci-dessous.

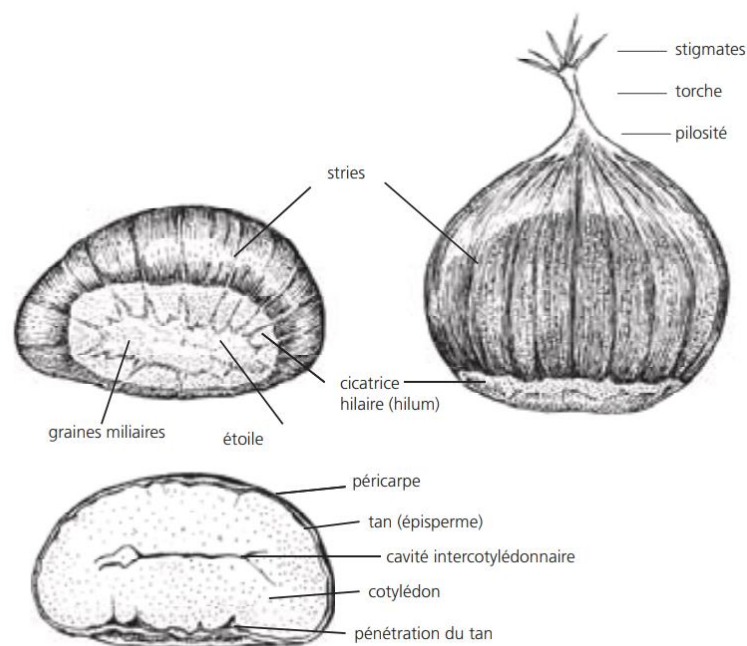


Fig. 2. Morphologie de la châtaigne(Conedera et al., 2004).

II.2. Classification

Le genre *Castanea* comporte environ 50 espèces qui sont subdivisées en deux sections : *Castanopsis* (Asie orientale et Californie) et *Eucastanea* (Eurasie tempérée et Amérique du nord). La classification botanique du châtaignier chinois (*Castanea mollissima*) est montrée dans le tableau ci-dessous.

Tableau II : Classification botanique de la châtaigne (Villeleger, 1997).

Embranchement	Phanerogames Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotyledones
Sous-classe	Apetales
Ordre	Amentales
Sous-ordre :	Fagales
Famille	Fagacees Ou Cupuliferes
Genre	Castanea
Espèce	<i>Mollissima</i>

II.3. Origine et production

C'est en 1994, dans les environs de Privas que la plus ancienne châtaigne fossilisée du monde est découverte par le paléontologue Bernard Riou, elle est âgée de 8,5 millions d'années prouvant l'implantation extrêmement ancienne du châtaignier en Ardèche (**Le guide de la châtaigne d'Ardèche, 2018**).

Il est présent naturellement dans les forêts de l'est de l'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Asie, où il occupe la première place avec une production de 1 773 923 tonnes, suivie de l'Amérique du Sud et de l'Europe avec une production de 79 564 tonnes et 194 720 tonnes, respectivement (**Bellat et al.,2017**).

Le genre *Castanea* regroupe 7 espèces dont le châtaignier chinois (*Castanea mollissima*), le seguin chinois (*Castanea seguinii*), le chinkapin chinois (*Castanea henryi*) et le châtaignier japonais (*Castanea crenata*), ces 4 espèces sont présentes en Asie de l'Est et présentent une grande diversité génétique. Le châtaignier américain (*Castanea dentata*) et le chinkapin (*Castanea pumila*) ne se rencontrent qu'en Amérique du Nord, tandis que le châtaignier européen (*Castanea sativa*) est répandu en Europe, il est prédominant dans les forêts de feuillus de l'est de l'Amérique du Nord et de certaines parties du nord de l'Italie et du sud de la France (**Xing et al., 2019**).

En Algérie, le châtaignier a été introduit vers le début du XX^{ème} siècle près des maisons forestières, dans les vides forestiers et dans les milieux ruraux et ceci dans le cadre des programmes « d'amélioration forestière ». Il est implanté dans la Wilaya de Tizi-Ouzou (Sidi Ali Bounab, les maisons forestières de Aït Ghobri et d'Akfadou, Larbaa Nath Iratenet) et de Skikda. Il est aussi présent dans le Parc national de Chréa, El-Kalla, Jijel, monts des Babors et Tlemcen (**Rabhi et Messaoudene 2018**).

II. 4. Composition et valeur nutritionnelle

La châtaigne présente une forte teneur en sucre (20-32%), amidon (50-60%), fibres alimentaires (4-10%) et protéines de qualité supérieure (4-7%), mais elle est pauvre en lipides (2-4%) (**Wani et al., 2017**) dont la composition en acides gras essentiels est prédominante. Elle est riche en vitamines, telles que la vitamine E, les vitamines du complexe B, la vitamine C, et en minéraux, tels que le potassium, le phosphore et le magnésium (**Borges et al., 2008**). La châtaigne contient aussi des antioxydantes comme les caroténoïdes et les composés phénoliques (l'acide gallique et ellagique), ainsi que des acides aminés essentiels, tels que l'aspartame, la glutamine et l'arginine (**Feng et al., 2018**).

Le fruit frais du châtaignier chinois est composé de 52,0 % d'eau, 42,2 % de glucides, 4,2 % de protéines et 0,7 % de lipides (**Li et al., 2016**) et une quantité importante d'amidon sans gluten (**Conedera et al., 2004**).

Tableau III : Composition chimique de la châtaigne (Bounouset *al.*, 2000 ; Conederaet *al.*,2002).

Constituant	Valeurs
Matière / sèche	37-50%
Amidon	23-27 g/100g
Teneur en sucres	
Saccharose	3,5-5,5
Glucose	0,04-0,10 g/100g
Fructose	0,10-0,20
Fibres alimentaires	8,2-8,4 g/100g
Protéines	2,5-5,7 g/100g
Matière grasse	1,0-2,2 g/100g
Acide gras	900-1495 g/100g
Acide palmitique	100-225 mg/100g
Acide stéarique	5,0-21 mg/100g
Acide oléique	170-476 mg/100g
Acide linoléique	550-718 mg/100g
Acide linoléinique	78-92 mg/100g
Vitamines	
A	12 mg/100g
C	6,0-23
Sels minéraux	
Potassium	395-707 mg/100g
Phosphore	70
Magnésium	31-65
Soufre	48
Calcium	18-35
Chlore	10
Soufre	48
Sodium	9

II. 5. Utilisations médicinales

Plusieurs utilisations ont été rapportées pour la châtaigne :

II. 5. 1. Respiratoire

Castanea sativa est utilisé dans le traitement des toux sèches, violentes et spasmodiques. En particulier, des toux qui résistent à d'autres traitements homéopathiques tels que Droséra, Naphtalinum ou Ammonium bromatum (**Conedera et al., 2004**).

II.5.2. Digestive

Elle est utilisée pour traiter les diarrhées. Les châtaignes ne contiennent pas de gluten, ce qui fait d'elle un aliment bien toléré par les personnes atteintes de la maladie coeliaque (**Conedera et al., 2004**). Elles sont utilisées dans la médecine traditionnelle chinoise pour le traitement de la gastro-entérite, de la bronchite, et des régurgitations (**Zhao et al., 2011**).

II .5.3. Autres utilisations

Elle peut améliorer les lumbagos et soulage les dos fragiles, pouvant difficilement s'incliner en avant. *Castanea sativa* est utilisée aussi en homéopathie pour traiter les œdèmes (**Villeleger, 1997**).

L'une des substances bioactives de *Castanea mollissima*, est un polysaccharide combiné à d'autres substances actives telles que les nanoparticules de sélénium, qui s'est avéré avoir des effets anti tumoraux significatifs (**Dong et al., 2020**).

Les dattes et sirop

de dattes



III.1. Description botanique

Le palmier dattier, dénommé par Linné depuis 1734 (*Phoenix dactylifera* L.), est une espèce dioïque qui est bien adaptée aux climats sahariens chauds et secs (Sedra 2003), il existe plus de 3000 variétés de dattes à travers le monde (Harrak et Boujnah , 2012).

La datte est constituée d'un mésocarpe charnu, protégé par un fin péricarpe ; le noyau est entouré d'un endocarpe parcheminé, il est de forme allongée, plus ou moins volumineux. L'anatomie des dattes est présentée sur la figure ci-dessous (Munier et al., 1973).

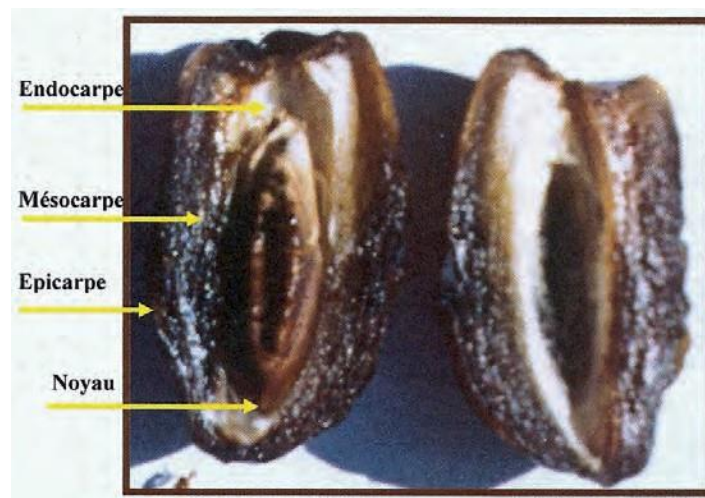


Fig. 3. Coupe d'une datte (Harrak et Boujnah, 2012).

Le fruit de datte passe par quatre étapes de maturation qui sont: kimri, khalal (Biser), Rutab et Tamar (Chao et Krueger, 2007) .

III.2. Classification des dattes

Selon Munier et al.,1973), la classification du palmier dattier est la suivante :

Tableau IV : Classification botanique des dattes

Embranchement	Phanérogames
Sous-embranchement	Angiosperme
Classe	Monocotylédones
Groupe	Phoenocoides.
Famille	Arecaceae.
Sous-famille	Coryphoideae.
Genre	<i>Phoenix</i>
Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i> L.

III.2.1 Classification des dattes selon leur consistance

Selon leur consistance on distingue : les dattes molles avec un taux d'humidité supérieur ou égal à 30 %), les dattes demi-molles (20 à 30 % d'humidité) et les dattes sèches (moins de 20 % d'humidité) (Booij et al., 1992).

III.3. Origine et production

Le palmier dattier, originaire de Mésopotamie, est une culture fruitière significative au Moyen-Orient, en Asie du Sud, en Afrique du Nord et en Amérique centrale (Chao et Krueger, 2007). Ces régions sont les principales productrices et exportatrices de dattes et de produits dérivés à haute valeur ajoutée (Assirey, 2015). La présence du palmier dattier est également mentionnée dans la littérature ancienne Syrienne, Egyptienne, Libyenne et Palestinienne (Hussain et al., 2020).

L'Algérie a gardé sa quatrième place en 2023 avec une production de 1 188 803 tonnes de dattes (FAO, 2023). Les palmiers dattiers sont cultivés dans diverses oasis du sud du pays, une région saharienne au climat chaud et sec. Cette culture s'étend de la frontière marocaine à l'ouest jusqu'à la frontière tuniso-libyenne à l'est, et de l'Atlas Saharien au nord jusqu'à Reggane (sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (sud-est) (Bouguedoura et al., 2017).

III.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle

Les principaux composants des dattes sont les glucides, comprenant principalement le saccharose, le glucose et le fructose, qui peuvent représenter plus de 70% de leur composition (Tang et al., 2013). La composition chimique des dattes varie en fonction des étapes de

maturation, du cultivar, des conditions environnementales de croissance et des pratiques post-récoltes (**Al-Farsi et Lee , 2008**).

Les composés phénoliques les plus courants dans les dattes sont classés en quatre groupes : les acides phénoliques (acides benzoïques et cinnamiques), les coumarines, les flavones, flavonols et leurs dérivés, les anthocyanes, et les tanins. Il est également important de noter que les polyphénols possèdent des activités antioxydantes, antifongiques, antibactériennes et anti-inflammatoires, leur conférant un rôle nutritionnel et thérapeutique (**Benchabane ,2007**).

La datte Hamira contient des caroténoïdes, principalement de la lutéine et du bêta-carotène. La lutéine représente environ 89,2% à 90,8% du contenu total en caroténoïdes aux différents stades de maturation, tandis que le bêta-carotène varie de 3,0% à 6,7%, montrant une variation significative pendant la maturation. Cette variation contribue aux propriétés bénéfiques pour la santé des dattes Hamira (**Boudries et al., 2007**).

Le tableau suivant regroupe la composition chimique des principales variétés (**Maatallah, 1970**).

Tableau V. Compositions biochimique des principales variétés des dattes (Maatallah, 1970).

Constituants	% du poids à l'état frais		
	Maximum	Minimum	Moyenne
Eau	35%	10	23
Protéines (N x 6,25)	2,5	0,39	1,4
Lipides (extrait éthérée)	1,9	0,13	1,25
Saccharose	60	0	30
Sucres réducteurs	85	17	51
Sucres totaux	85	60	75
Substances pectiques	6,5	2	4

Cellulose	2	1	1,5
Fibrestotales brutes	8	1	4,5
Cendrestotaux	2,5	1,4	1,7

III.5. Effets thérapeutiques et cosmétique des dattes

Les dattes sont très importantes pour notre vie quotidienne, elles sont utilisées dans plusieurs domaines (**Tableau VI**).

Tableau VI: Dattes dans la pharmacopée et autres usages (**Barreveld, 1993**).

Préparation	Vertus Thérapeutiques
Dattes consommées à jeun	Régulation de l'hypertension artérielle
Mélange de pâte de dattes, de d'hane , d'huile d'olive et de romarin	Contre les maux de ventre
Dattes+ genévrier + huile d'olive	Contre les grossesses à haut risque
Dattes + huile d'olive : bouillir jusqu'à obtention de confiture	Fortifiant pour les femmes accouchantes, et rétablissement de l'utérus après l'accouchement
Dattes + jus de grenade acide + citron	Contre la fièvre
dattes+cuillères de lait+ gouttes de citron (appliqué comme masque sur le visage jusque qu'il sèche	Masque de beauté
Dattes + argiles	Contre la fièvre chez le nouveau-né, produit de gommage pour les femmes
Dattes + oignons + carvi + eau de rose : Faire bouillir dans de l'eau puis filtrer, boire	Améliore le fonctionnement de l'appareil urinaire
Dattes + merdouce + fenouil : Réduire en poudre ou en cuisson	Contre l'anxiété (en poudre), facilite la digestion (en poudre), asthme, toux, détresses respiratoires (cuisson), désintègre les calculs rénaux (cuisson)
Jus de dattes + eau de rose	Mal d'estomac et rétention urinaire
Jus de dattes	Contre les maladies ophtalmiques
Hamblote : pâte de dattes macérée dans de l'eau, récupération du filtrat	Remplace le lait maternel (nourrissons sevrés précocement
Pâte de dattes (Gabbouri) + beurre	Contre la grippe et le rhumatisme
Rob (sirop de dattes)	Problèmes respiratoires, toux, diarrhées, Hémorragie intestinale, inflammation

III .6. Transformation des dattes

III. 6.1. Voies de valorisation des pulpes des dattes

La valorisation concerne toutes les qualités de dattes. En général, les dattes nobles sont vendues emballées ou transformées en produits à haute valeur ajoutée (confiture, sirop, jus,

gelée, ou dattes fourrées). Les dattes communes et celles non consommées sont collectées sur les champs ou dans les stations de conditionnement ou de transformation. Ces écarts de triage peuvent être valorisés soit par une transformation biologique, produisant de la biomasse ou des métabolites, soit par une transformation technologique (Fig.3). Cependant, en pratique, une grande partie est jetée ou utilisée pour l'alimentation animale (Harrak et Boujnah ,2012) .

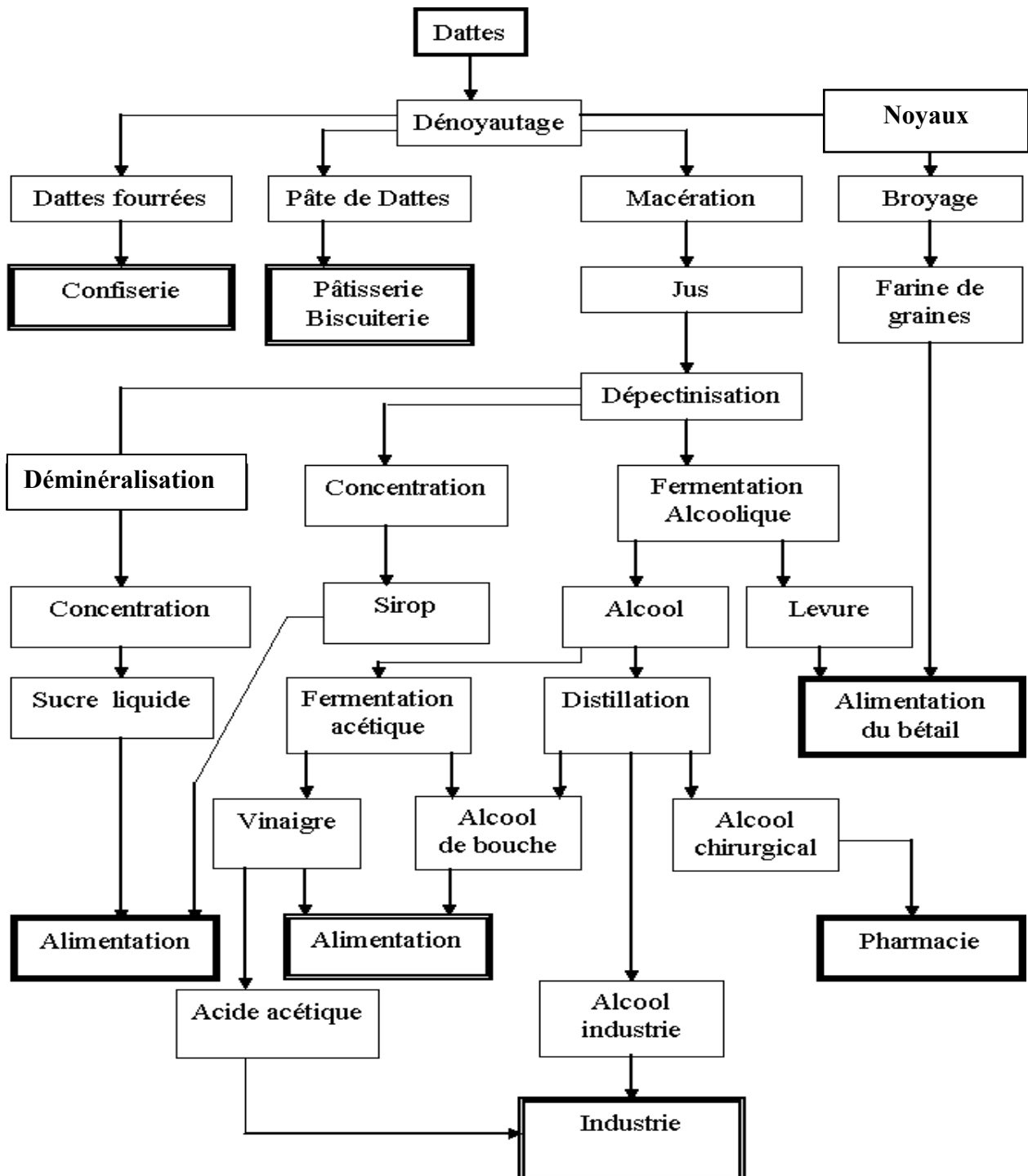


Fig.4. Possibilité de valorisation agro-industrielle des dattes (Harrak et Boujnah ,2012) .

III. 6.1.1. Transformation biologique des pulpes des écarts de triage de dattes

L'approche actuelle de valorisation vise essentiellement l'utilisation de la pulpe des écarts de triage en bio-industries, pour la production de biomasse ou de métabolites, dont la maîtrise du procédé et l'acquisition du matériel nécessaire est difficile pour certains pays. Les produits étudiés sont élaborés par conversion microbienne dont le sucre de datte est la source principale de carbone. Dans la plupart des cas, le produit récupéré est le sous- produit métabolique de cette conversion microbienne comme l'alcool, l'acide acétique, l'acide citrique et à un degré moindre la biomasse (Barreveld, 1993).

III. 6.1.2. Transformation technologique des pulpes de dattes comestibles

Les dattes sont d'abord dénoyautées, puis séchées jusqu'à ce que leur taux d'humidité soit inférieur à 5 %. Le broyage se fait à froid, à l'aide de broyeurs qui évitent tout échauffement de la matière, et dans une atmosphère sèche, car la matière très hygroscopique et sucrée devient rapidement pâteuse. Ensuite, le blutage permet d'obtenir des farines, des semoules blanches, et des semoules enrobées (ou vêtues) ,il existe deux méthodes de transformation des dattes (biotechnologique et technologique)illustrées dans la figure ci- dessous (Besbes et al., 2006) .

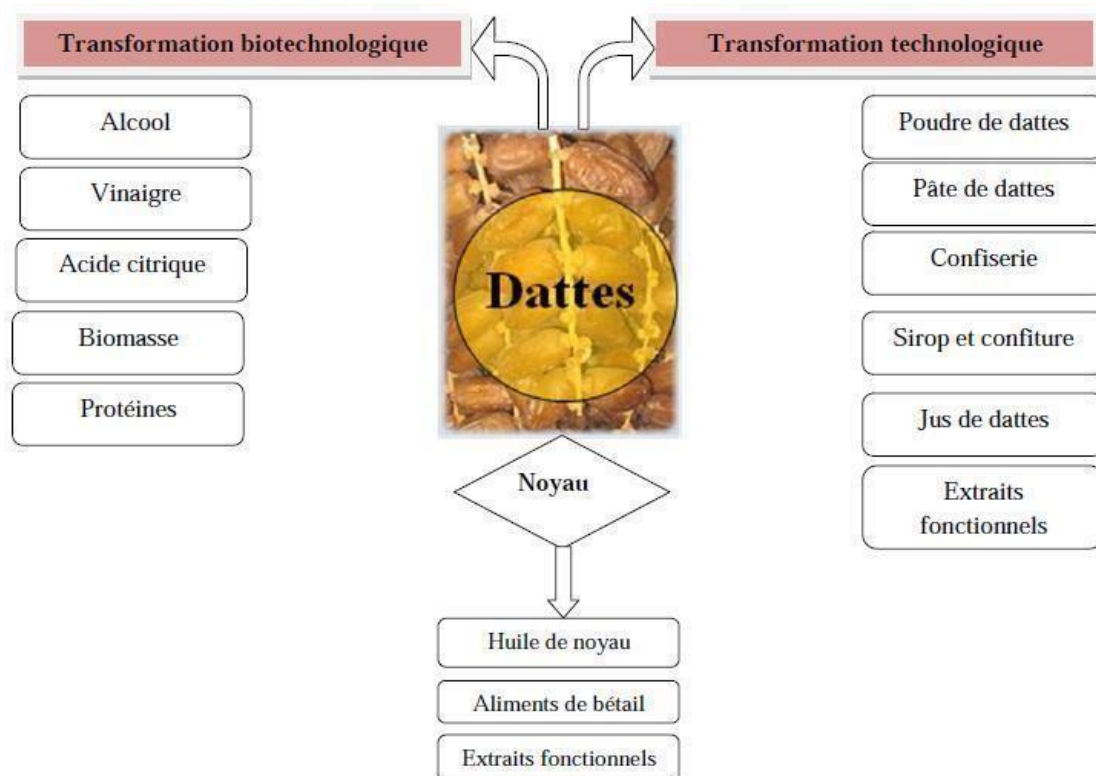


Fig.5. Diagramme de transformation technique et biotechnologique de la datte (Ouhajjou, 2010).

III. 6.1.3. Sirop de dattes

L'un des produits issus de la transformation des dattes de faible valeur marchande est le sirop de dattes (**Fig.6**). Les dattes sont soumises à un traitement préliminaire comprenant un lavage et un dénoyautage, puis elles sont découpées en petits morceaux de 0,5 à 1 cm. L'extraction de sirop est réalisée en une seule phase, en utilisant une proportion de 1 kg de dattes pour 2,5 litres d'eau. Le mélange est chauffé à 85°C pendant 45 minutes. Le jus ainsi obtenu est concentré à 72° Brix et stocké à 4 °C (**Besbes et al., 2006**).

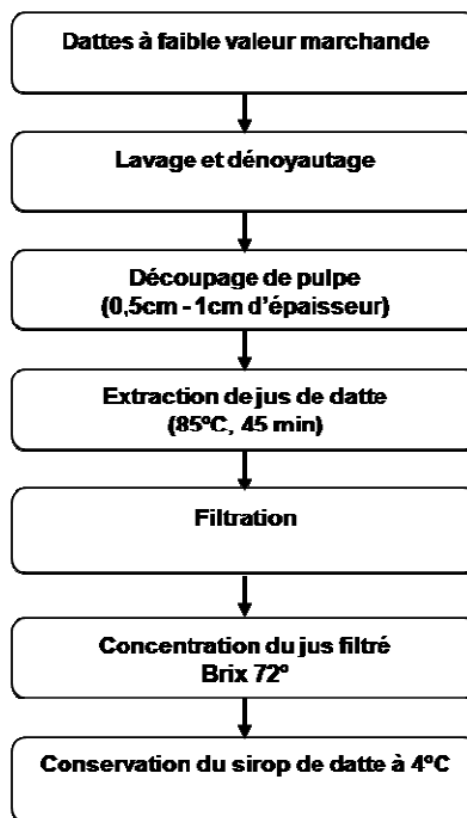


Fig.6. Diagramme de production de sirop de dattes (**Besbes et al., 2006**).

III. 6.1. 4. Composition biochimique des sirops des dattes

Selon **Al-Hooti et al,(2002)** ,le sirop de dattes contient principalement du glucose et du fructose, avec une teneur totale en sucre de 88%.Il est considéré comme une source précieuse de minéraux tels que le potassium, le magnésium et le calcium (**Al-Khateeb , 2008**). Il possède un faible pH (~4~3) et une acidité importante (~0,18~1,29). L'activité de l'eau est faible avec aw allant de 0,454 à 0,484, facilitant ainsi sa conservation et sa protection contre toute altération bactérienne et fongique.

Les sirops de dattes renferment une multitude de nutriments et sont une excellente source d'énergie rapide en raison de leur taux élevé de sucre.

La densité du sirop de dattes est très élevée grâce au taux de solides solubles existant dans ce produit, ce caractère permet leur stockage pendant une longue durée (Abdelfattah, 1990).

Tableau VII : Composition du sirop de dattes (Alanazi ,2010)

Composants	Valeur
Teneur en humidité (%)	16
Teneur en cendres (%)	6,8
Matières sèches totales sur poids sec (%)	84,0
Sucre total (%)	79,45
Sucre réduit (%)	4.87
Sucre inverti (%)	74,83
Protéines totales (sous forme de N) (%)	0,83
Lipides totaux (graisses) (%)	1,98
Teneur en pectine (en tant que pectate de calcium) (%)	1,46
Teneur en vitamine C (mg/100 g)	0,185
Minéraux (mg/100 g)	
Sodium	13
Potassium	202,8
Fer	7,8
Magnésium	143
Calcium	338

III. 6.1. 5.Valeurs nutritionnelles du sirop de dattes

La composition chimique et la valeur nutritionnelle du sirop de dattes ont été bien étudiées (Al-Hooti et al., 2002; Abbès et al., 2011). Le sirop de dattes est un aliment énergétique riche en glucides, minéraux, en fibres solubles et insolubles, acides aminés et organiques ; mais il contient également un mélange très complexe d'autres polysaccharides, des polyphénols et des caroténoïdes qui sont connus par le pouvoir antioxydant. L'activité

antioxydante de ces composés a été attribuée à divers mécanismes tels que la décomposition des peroxydes, la liaison des catalyseurs aux ions de métaux de transition, la capacité réductrice et le piégeage des radicaux (**Fontaine et al., 2002; Atmani et al., 2009**). C'est l'une des raisons pour lesquelles le sirop de dattes pourrait être utilisé comme aliment fonctionnel (**Houssni et al., 2022**).

Ainsi, les antioxydants sont considérés comme bénévoles pour la santé humaine car ils réduisent le risque de maladies dégénératives et de certains types de cancers par la réduction du stress oxydatif et l'inhibition de l'oxydation des macromolécules (**Soobrattee et al., 2005**). Le sirop de dattes est riche en vitamines du groupe B : vitamine B3 (1,7 mg), vitamine B5 (0,8 mg), vitamine B6 (0,15 mg) et vitamine B2 (0,10 mg) (**El Arem et al., 2011**).

III. 6.1. 6.Utilisations du sirop de dattes

La production traditionnelle de sirop de dattes dans les oasis est principalement destinée à la consommation familiale. En effet, ce sirop est principalement utilisé à des fins alimentaires, notamment en tant que substitut du miel pour le petit déjeuner (**Houssni et al., 2022**).

Il est également utilisé dans de nombreux produits alimentaires tels que les boissons, les produits de boulangerie, les glaces et les confiseries. De plus, certaines recherches ont exploré l'utilisation du sirop de dattes dans la préparation de gâteaux, de biscuits, de pains sucrés, et comme garniture directe pour les crêpes. Le sirop de dattes peut également remplacer le caramel dans les barres de bonbons et de fruits (**Barreveld, 1993**).

Partie expérimentale

Matériel et Méthodes



Ce travail a pour objectif d'incorporer le sirop de dattes, les dattes et la châtaigne dans le yaourt brassé pour avoir un produit local de meilleure qualité nutritionnelle. Pour ce faire, plusieurs analyses ont été effectuées notamment les analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles de cette formulation qui est destinée à la consommation humaine (Fig.7), afin d'évaluer sa qualité selon les critères nationaux et internationaux. En parallèle, la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante des matrices végétales utilisées (les dattes, sirop de dattes et la châtaigne) et des yaourts formulés à base de ces dernières ont été déterminées.

Cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyse instrumentale, du Département Sciences Alimentaires de l'Université de Bejaia et la SARL laiterie ``Soummam``.

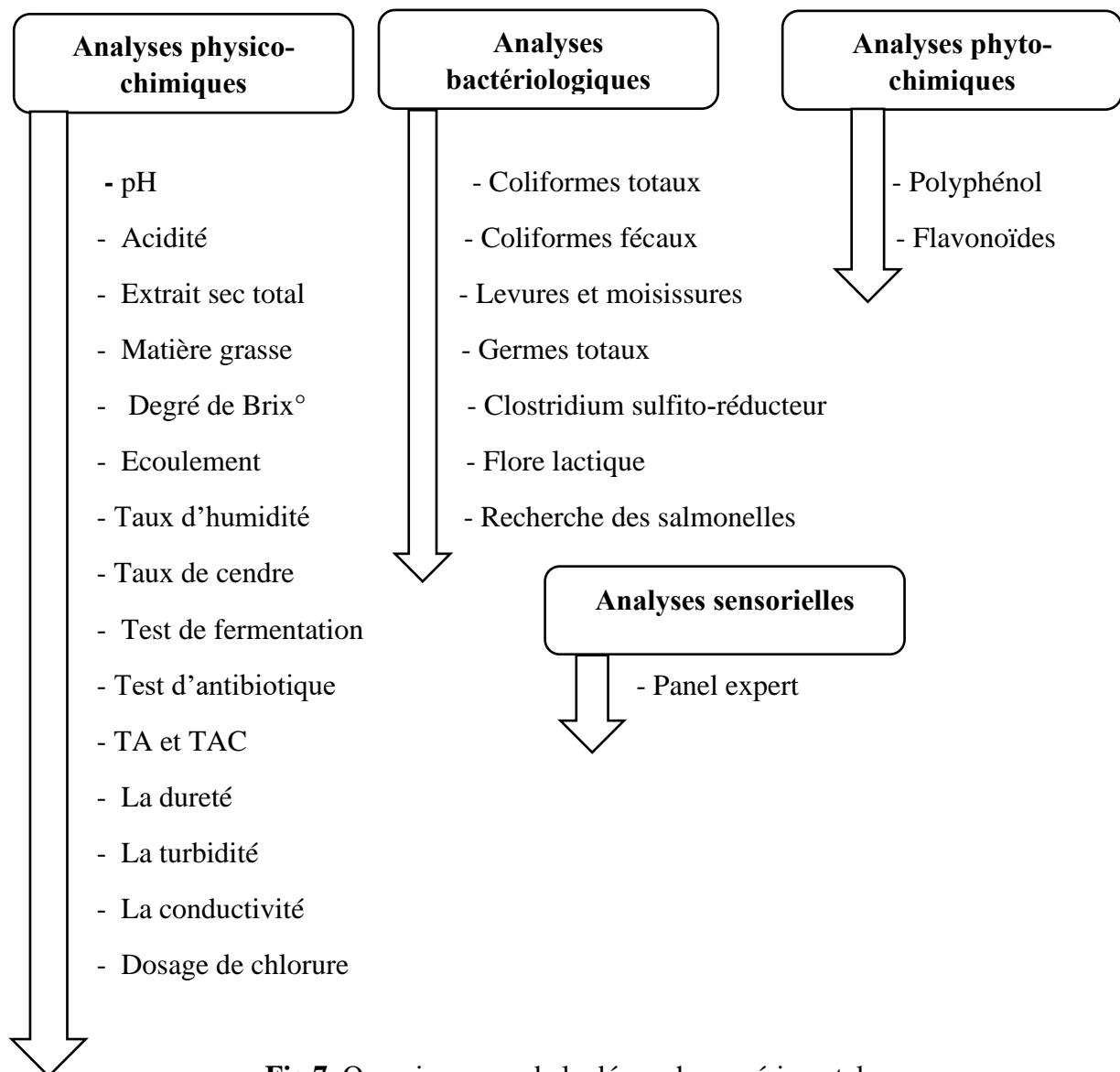


Fig.7. Organigramme de la démarche expérimentale.

I. Matériel végétal

I.1. Châtaigne

La présente étude est portée sur une variété de châtaigne (*Castanea mollissima*). Les échantillons sélectionnés sont mûrs, frais et ne présentent aucune blessure ou d'infection (**Fig.8**). La châtaigne, a été procurée dans un magasin de fruits et légumes de la wilaya de Tébessa (Algérie), d'origine chinoise, récoltée aux moins d'Octobre/Novembre.



Fig.8. Photographie des châtaignes.

Les échantillons de la châtaigne ont été rincés par l'eau courante et l'eau distillée, puis ils sont décortiqués et séchés dans une étuve à une température de 40°C. Après séchage, les échantillons sont conservés dans des sacs hermétiques.

I.2. Dattes

Le type de dattes que nous avons utilisé sont les dattes de Hmira (Tilemsou) (**Fig.9**), d'Adrar (Timokten), récoltées aux moins de septembre-Octobre.



Fig.9. Photographie des dattes utilisées "Hmira"

I.3 Préparations des échantillons

a. Sirop de dattes

Le sirop de dattes a été préparée par une méthode traditionnelle comme suit :

- Laver soigneusement les dattes à l'eau.
- Dans une marmite, ajouter une grande quantité d'eau pour que les dattes soient toujours immergées, puis porter à ébullition à feu moyen pendant environ une heure et demie.
- Retirer la marmite du feu et tester la maturité de la purée de dattes en la pressant à travers une passoire jusqu'à ce que tout le jus soit extrait.
- Filtrer les jus extraits à travers un chiffon.
- Faire cuire le jus filtré à feu doux jusqu'à ce qu'il devienne sirupeux.
- Verser le sirop dans des pots en verre stérilisés pour le conserver.

b. Concentration d'ingrédients

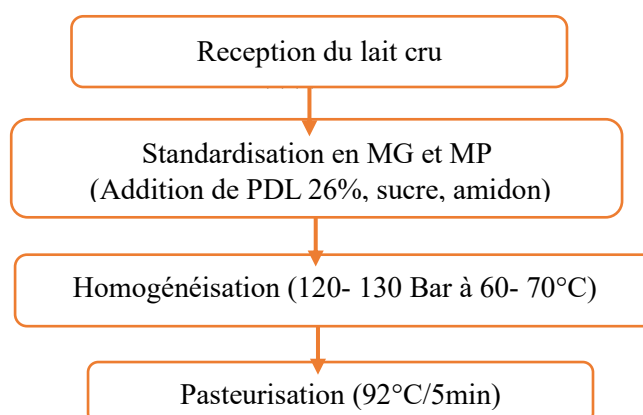
Avant d'obtenir la meilleure préparation (**Tab.VIII**), nous avons fait plusieurs essais, en se basant sur des séances de dégustation (réalisées au préalable par le responsable et les contrôleurs du laboratoire d'analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'industrie laitière ``Soummam``).

Tableau VIII : Concentration des préparations de fruits

Ingrédients	Dattes	Sirop de dattes	Châtaigne	Eau
Quantité	32%	30%	10%	28%

II. Formulation des yaourts brassés

La masse blanche (yaourt brassé) a été formulée au sein de la laiterie ``Soummam``, selon les étapes du processus de fabrication de l'entreprise décrites dans la figure suivante :



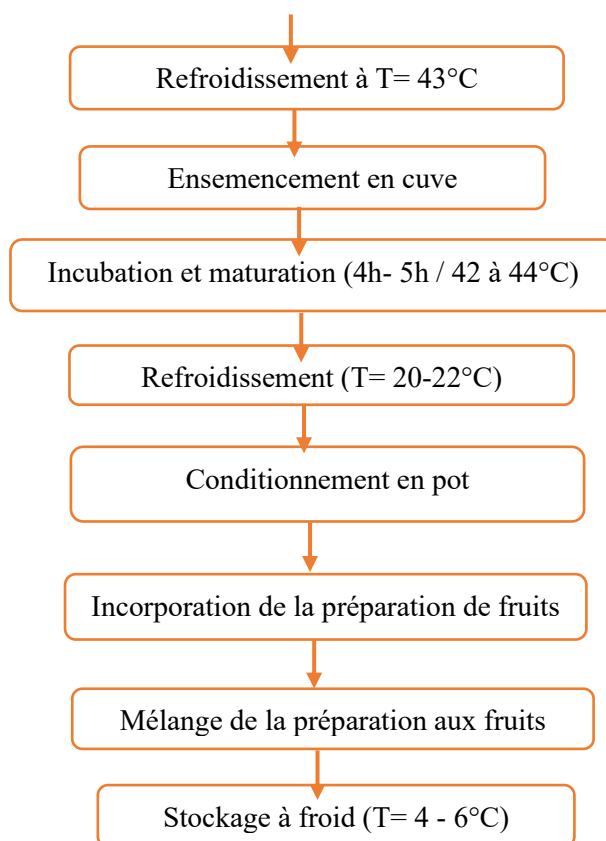


Fig.10. Processus de fabrication d'un yaourt brassé à base de dattes, sirop de dattes et la châtaigne.

L'incorporation des fruits préparés a été réalisée au niveau du laboratoire analyses microbiologiques, dans des conditions hygiéniques strictes pour éviter la contamination du produit. Les préparations ont été ajoutées selon les proportions indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IX : Proportions de fruits incorporés aux yaourts.

Produit fini	S	A
Masse blanche (yaourt brassé)	90%	88%
Préparation de fruits (Dattes, sirop de dattes et la châtaigne)	10%	12%

Le yaourt brassé aux fruits noté S (10%) a été utilisé pour la détermination des paramètres physicochimiques et microbiologiques.

III. Analyses physico-chimiques et phyto-chimiques

Les paramètres physicochimiques analysés pour les ingrédients de la production du yaourt aux fruits et le produit fini sont indiqués dans le tableau X et en suivant le manuel de l'entreprise :

Tableau X : Analyses physicochimiques effectuées sur les matières premières et le produit fini.

Echantillons		Matières premières					Produit fini
		PDF	Dattes	Sirop de dattes	Châtaigne	PDL	
Paramètres							
Ph		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Acidité °D					✓	✓	✓
L'extrait sec total %		✓				✓	✓
Taux d'humidité %			✓	✓	✓		
Degré de Brix°				✓			✓
Matière grasse %						✓	✓
Écoulement (cm/min)		✓					
Recherche d'antibiotiques						✓	
Test de fermentation						✓	
Taux de cendres			✓	✓	✓		
Dosage des antioxydants	Composés phénoliques totaux		✓	✓	✓		✓
	Flavonoïdes						
Titre Hydrotimétrique (°F)						✓	
Dosage chlorures Cl ⁻ (mg/l)						✓	
Conductivité (µS/cm)						✓	
Titre Alcalimétrique						✓	
Titre Alcalimétrique Complet						✓	
Turbidité						✓	

✓ : analyse effectuée ; **PDF** : préparation de fruits ; **PDL** : poudre du lait

III.1. Mesure du pH

- **Principe**

Le potentiel d'hydrogène est une variable utilisée dans de nombreux domaines pour la caractérisation du produit fini ou encore à des fins de contrôle de qualité. Détermination en

unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse (Benyagoub et al., 2011).

- **Mode opératoire**

- **Dattes** : 20 g de pâte des dattes sont mélangés avec 60 ml d'eau distillée, puis chauffés à 60°C pendant 30 minutes au bain-marie. Après broyage et filtration, le pH est mesuré à 25°C ± 2°C à l'aide d'un pH-mètre, préalablement étalonné. (AFNOR, 1970).

- **PDL** : 10 g sont dissous dans de l'eau distillée pour former une solution homogène, suivie de la mesure du pH avec un pH-mètre HENNA. (Manuel SOUMMAM).

- **Châtaigne** : 3 g sont dissous dans 25 ml d'eau distillée, agités pendant 30 minutes, filtrés, puis le filtrat est utilisé pour la mesure du pH avec un pH-mètre. (AFNOR, 1982).

- **PDF, sirop de dattes, eau de process et produit fini** : le pH est mesuré directement dans la solution à l'aide d'une électrode pH-mètre, avec enregistrement des valeurs. (Manuel SOUMMAM et RODIER, 1992).

III.2. Mesure de l'acidité titrable

- **Principe**

Titration de l'acidité par la soude (NaOH) 1/9 N en présence de la phénophtaléine comme indicateur coloré (AFNOR, 1974).

- **Mode opératoire**

- **PDL** : Après la mesure du taux d'humidité (TH) et taux de matière grasses (MG) des poudres des lait (0%) et (26%) ,la prise d'essai (X) est calculée :

$$X = 500/100 - (TH - TMG)$$

X = prise d'essai

TH= Taux d'humidité

TMG= Taux de matière grasses

Le lait reconstitué (0 % et 26 %) est préparé avec 50 ml d'eau à 20°C, à la prise d'essai, en agitant vigoureusement. Le mélange est laissé reposer pendant 20 minutes, puis le contenu est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/l jusqu'à l'obtention d'un pH de 8,4.

Expression des résultats

$$\text{Acidité titrable} = 2 \times V.$$

Où : V est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé pour le titrage.

- Produits fini :

10 ml du produit sont prélevés, puis 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées. Le titrage est effectué avec une solution de soude (NaOH) N 1/9 jusqu'à ce qu'une couleur rose pâle, facilement perceptible et persistante pendant 10 secondes, apparaisse.

$$\text{Dornic} = \text{la chute de burette} \times 10$$

III.3. Détermination de la teneur en eau**• Principe**

La teneur en matière sèche de l'échantillon a été déterminée par dessiccation d'une masse d'essai en g dans une capsule en aluminium placée dans une étuve à une température de 105°C jusqu'à obtention d'un poids constant (Boussaid et al., 2020).

• Mode opératoire

3g de chaque échantillon (châtaignes, dattes, sirop de dattes) ont été placés dans l'étuve à 105°C pendant 4 heures. Le taux d'humidité est ensuite exprimé en pourcentage comme suit :

$$\text{H}\% = [(M_i - M_f) / P] \times 100$$

Soit :

H% : Taux d'humidité en %

M_i : Masse du creuset + matière fraîche avant séchage en g.

M_f: Masse de l'ensemble après séchage en g.

P : Masse de la prise d'essai en g.

A partir du taux d'humidité, le taux de matière sèche a été déterminé par la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche}\% = 100 - \text{Taux d'humidité}\%$$

III.4. Détermination de la teneur en cendres**• Principe :**

Les cendres sont déterminées par incinération du produit dans un four à moufle électrique à 550°C pendant 5 heures, jusqu'à obtention d'un résidu blanchâtre de poids constant (AFNOR, 1972).

- **Mode opératoire**

2 g de matière sèche pour chaque échantillon sont placés dans un four à moufle à 600°C pendant 5 heures. Le taux de cendres, en fraction massique par rapport à la matière sèche (MS), est ensuite exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\text{Cendres \%} = 100 - \text{MO\%}$$

$$\text{MO\%} = (M1 - M2) / P$$

Où :

MO% : La teneur en matière organique

M1 : Masse initiale en g (creusets avec matière organique) avant incinération.

M2 : Masse finale en g (creusets avec cendres) après incinération.

P : Masse de la prise d'essai (g).

III.5. Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométrique

- **Principe**

La séparation de la matière grasse est effectuée en dissolvant les éléments autres que la matière grasse avec de l'acide sulfurique. L'ajout d'une petite quantité d'alcool iso-amylque facilite cette méthode. Grâce à la centrifugation, les phases grasses et aqueuses sont séparées (Mihoubi, 2019).

- **Mode opératoire**

Produit fini : 10 ml d'acide sulfurique sont mis dans un butyromètre, puis 11 ml de yaourt sont ajoutés, suivis de 1 ml d'alcool amylique. Le mélange est centrifugé à 1200 rpm à une température de 68°C pendant 10 minutes, puis le résultat est lu.

III.6. Détermination de l'extrait sec

- **Principe**

L'extrait sec total (EST) représente la perte de masse du produit lors d'une dessiccation à une température de 105°C (Boussaid, Bouallala et al., 2020).

- **Mode d'opérateur**

Produit fini, PDF : 4 g de chaque échantillon sont mis dans le dessiccateur. Le résultat est affiché en pourcentage sur l'écran de l'appareil de mesure.

III.7. Ecoulement

- **Principe**

Le consistomètre de Bostwick est un appareil de mesure de laboratoire qui est utilisé pour déterminer la consistance, la viscosité ou le taux d'écoulement de différentes matrices. Il est

constitué d'une cuve rectangulaire en inox formant un plan incliné et séparé en deux parties par une porte guillotine. La première partie sert de réservoir au produit à évaluer et la deuxième partie est graduée tous les 0.5 cm en partant de la porte jusqu'à la partie opposée (AGIR, 2017).

- **Mode opératoire**

Pour réaliser une mesure, la partie servant de réservoir est remplie avec 75 ml du produit à évaluer. La porte guillotine est levée grâce à un mécanisme libérant instantanément le produit. Le produit s'écoule ainsi le long du plan incliné pendant 60 secondes. À la fin de ce temps, la graduation où s'est arrêté le produit est relevée par l'opérateur.

III.8. Détermination du degré Brix

Brix (%) exprime le pourcentage de solides solubles contenus dans un échantillon. Ce dernier représente le total de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, alcools, les sels, protéines, acides, etc. Le Degré Brix (°Brix), s'agit d'une mesure de concentration équivalente aux grammes de saccharose par 100 grammes de solution (Reid, 2003).

- **Mode opératoire**

Pour mesurer le Brix avec un réfractomètre, le prisme est d'abord nettoyé et calibré à «0» Brix à l'aide d'eau distillée. Ensuite, une goutte de l'échantillon est placée sur le prisme, en s'assurant qu'il n'y a pas de bulles d'air, et les degrés Brix sont lus à travers l'oculaire. Le prisme est nettoyé après chaque mesure pour éviter toute contamination. Ce processus garantit des mesures Brix précises pour divers échantillons. (Manuel SOUMMAM).

III.9. Test de fermentation

Cette méthode est utilisée pour démontrer la présence d'inhibition activité lactase dans le lait en poudre. Il est basé sur la fermentation du lait reconstitué après ensemencement avec un lait fermenté (JORA, 2004).

- **Mode opératoire**

12,5 g de poudre de lait sont prélevés, puis ajustés avec de l'eau de process jusqu'à 100 ml. Le mélange est bien agité et incubé dans un bain-marie à une température de 95°C pendant 10 minutes pour la pasteurisation. Le lait est ensuite laissé refroidir à une température de 43 +/- 2°C, puis environ 8 à 10 ml d'un yaourt étuvé préalablement mélangé sont ajoutés. L'incubation est effectuée à une température de 43 +/- 2°C pendant 4 à 5 heures. (Manuel SOUMMAM).

III.10. Test d'antibiotiques

- **Principe**

Ce test rapide est utilisé pour détecter les résidus d'antibiotiques à base de bêta-lactamines, y compris la céfalexine, et de tétracyclines dans le lait, au moyen de la technologie d'immuno-chromatographie à l'or colloïdal. La durée du test est de 5 min (**Manuel SOUMMAM**).

- **Mode opératoire**

200 µl de l'échantillon positif reconstitué sont placés dans l'ampoule du réactif du test, puis bien mélangés. La bandelette de test est insérée dans cette solution et incubée à $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 5 minutes. Le résultat est ensuite recueilli soit visuellement ou à l'aide d'un lecteur. (**Manuel SOUMMAM**).

III.11. Eau de process

Le Titre Alcalimétrique (T.A) et le Titre Alcalimétrique Complet (T.A.C), ont été mesurés dans l'eau de process. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minérale dilué en présence d'un indicateur coloré (**Rezak , 2024**).

III.11.1. T.A

Le TA mesure la quantité totale d'alcalinité dans l'eau, c'est-à-dire la capacité de l'eau à neutraliser les acides (**ISO 9963.1994**).

- **Mode opératoire**

100 ml d'eau de process à analyser sont prélevés, puis 2 à 3 gouttes d'indicateur phénolphthaléine sont ajoutées. Si l'échantillon est transparent, cela signifie l'absence d'hydroxyde (OH^-) et de carbonate (CO_3^{2-}). Si l'échantillon vire au rose, cela indique la présence de ces derniers. Ensuite, il est titré avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) (0,02N) jusqu'à disparition complète de la couleur rose, puis le volume correspondant est noté (**Manuel SOUMMAM**).

III.11.2. T.A.C

Le TAC mesure également l'alcalinité, mais de manière plus spécifique, en tenant compte de toutes les bases présentes dans l'eau, y compris les bicarbonates (HCO_3^-), les carbonates (CO_3^{2-}), et les hydroxydes (OH^-) (**ISO 9963.1994**).

- **Mode opératoire**

2 à 3 gouttes d'indicateur méthyle Orange sont ajoutées à l'échantillon (le même que celui utilisé après la phénolphthaléine), puis il est titré avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) (0,02N) jusqu'à

ce que la couleur vire au rouge brique. Ensuite, le volume correspondant est noté (**Manuel SOUMMAM**).

III.11.3. Détermination de la conductivité

- **Principe**

La conductivité d'une solution est la mesure de la capacité des ions à transporter le courant électrique à l'aide d'un conductimètre. Ce passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif (**ISO7888.1985**).

- **Mode opératoire**

L'électrode du conductimètre est plongée dans l'eau de process, puis la conductivité est lue en $\mu\text{S}/\text{cm}$

III.11.4. Détermination du Titre Hydrotimétrique (TH)

Le TH (dureté de l'eau), exprimé en degré français °F, indique la concentration en ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} (**ISO 6059.1984**).

- **Principe**

Le dosage est effectué en présence de l'indicateur coloré, le noir érichrome T (NET), et d'un tampon à pH 10. L'EDTA forme successivement des complexes avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , les libérant ainsi. À la fin du dosage, l'indicateur est sous forme libre et le milieu passe du rouge bordeaux au bleu franc (**ChimActiv, 2020**).

- **Mode d'opérateur**

25 ml de l'échantillon d'eau à analyser sont versés dans un flacon propre. Ensuite, 1 ml de solution tampon à pH 10 est ajouté pour stabiliser le pH. Quelques gouttes de noir érichrome sont incorporées comme indicateur. La solution est titrée en ajoutant progressivement de l'EDTA 0,0025 M jusqu'à ce que la couleur de la solution passe du rose au bleu. Une fois ce changement de couleur observé, la lecture finale sur la burette est notée pour obtenir la mesure de la dureté totale de l'eau

III.11.5. Détermination des chlorures Cl^-

- **Principe**

Les ions chlorure réagissent avec les ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui précipite quantitativement. Ensuite, un léger excès d'ions argent est ajouté, entraînant la formation de chromate d'argent brun-rouge en présence d'ions chromate de potassium ajoutés comme indicateur (**ISO9297.2000**).

Mode d'opérateur

100 ml d'eau de process sont versés dans un flacon, puis du chromate de potassium est ajouté. Ensuite, un titrage est effectué avec une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) à 0,02 N. Le titrage est arrêté lorsque la couleur passe du jaune au rouge brique, puis le volume utilisé sur la burette est relevé. Le résultat est exprimé par la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] = \frac{(V - 0.4) \times 0.02 \times 35.453 \times 1000}{100} \text{ (mg/L)}$$

Où V est le volume de la chute de burette.

III.11.6. Détermination de la turbidité

- **Principe**

La turbidité est définie comme la « réduction de la transparence d'un liquide par la présence de matières non dissoutes ». Son mesurage est décrit par la norme (**ISO 7027. 2000**).

- **Mode d'opérateur**

L'échantillon d'eau de process est placé dans une cuve de spectrophotomètre, puis un faisceau lumineux est dirigé à travers l'eau. La lumière diffusée est captée par le capteur du spectrophotomètre sous un angle spécifique, généralement de 90° par rapport à la source lumineuse. Les résultats sont affichés sur l'écran sous forme de valeurs et exprimés en unités de turbidité néphélométrique (UTN).

III.12. Présentation et principe de fonctionnement du Milko Scan FT120

Le Milko Scan FT120, produit par Foss North America, est un interféromètre à infrarouge à transformée de Fourier utilisé pour déterminer la composition du lait. Il est couramment utilisé pour analyser les caractéristiques physico-chimiques du lait, telles que le taux d'extrait sec total, la matière grasse, les protéines, et le pH.

L'absorption d'infrarouge par les composés chimiques présents dans le lait est mesurée par le Milko Scan FT120. L'appareil utilise une technique de spectroscopie infrarouge pour analyser les vibrations moléculaires des composés, ce qui permet de déterminer leur concentration dans le lait. Les résultats sont affichés sur un écran tactile et peuvent être exportés vers des logiciels de traitement de données pour une analyse plus approfondie (**Manuel SOUMMAM**).

IV. Analyses microbiologiques

IV. 1. Poudre de lait

Les différents germes recherchés dans la matière première poudre de lait sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau XI : Analyses microbiologiques effectuées sur les matières premières (poudre de lait).

Germes Recherchés	Milieu De base	Volume et type D'ensemencement	Temps et température d'incubation	Références
<i>Coliformes totaux et fécaux</i>	BLBVB	1 ml (Dilution 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}).	30°C /48h	ISO 4832-1991
<i>Clostridium sulfito réducteur</i>	VF (additionnée d'alun de fer et Sulfate de Na)	2 ml (Dilution 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}).	46°C/48h	ISO 15213 :2003
<i>Les germes totaux</i>	PCA	1ml à la masse (Dilution 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3})	30°C/72h	ISO : 4833 : 1991
<i>Salmonella</i>	MQ	1mL	37°C/24h	JORA N°44, 2017
	RVS	1mL	44°C/24h	
	XLD et Hektoen	0,1ml en surface	37°C/24h	

BLBVB : Le bouillon lactosé bilié au vert brillant, **VF :** Viande froide, **PCA :** Plate Count Agar, **MQ ;** Muller Kauffmann, **RVS :** Bouillon Rappaport Vassiliadis avec Soja, **XLD :** Xylose Lysine Désoxycholate.

IV. 2. Préparation des fruits, base lactée et produit fini

Les différents germes recherchés dans la préparation de fruits, la base lactée et produit fini sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau XII : Analyses microbiologiques effectuées sur la préparation de fruit, la base lactée et produit fini.

Germes Recherchés	Milieu De base	Volume et type D'ensemencement	Temps et température d'incubation	Références
<i>Coliformes totaux</i>	VRBL	1mL	37°C/24h	ISO 4832-1991.
<i>Coliformes fécaux</i>			44 +/- 1°C /24h	
<i>Levure et moisissures</i>	YGC	1mL	25°C +/- 1°C/5J	ISO 7934 : 1988.
<i>L. bulgaricus</i>	MRS	15 ml a la surface (10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}) à j+10 et (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) à j+20.	72 h à 37°C	ISO15214 :1998.
<i>S. thermophilus</i>	M17	15 ml a la surface (10^{-6} , 10^{-7} , et 10^{-8}) à j+10 et à j+20	48 h à 37 ± 1°C	

VRBL: Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre ; **YGC** : Yeast Extract glucose Chloramphenicol ; **MRS** : Man Rogosa Sharpe ; **M17** : Medium 17.

- Expression des résultats de la flore lactique thermophile

On compte les colonies de la taille d'une pointe d'épingle sur les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies. On procède à des dilutions si le nombre de colonies dépasse 300. Pour chaque micro-organisme caractéristique, on calcule le nombre N de micro-organismes par gramme d'échantillon comme une moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives.

$$N = \frac{\Sigma c}{(V n1 + 0,1n2 d)}$$

Σc : Somme des colonies comptées sur toutes les boîtes de Pétri de deux dilutions successives ;

V : Volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (mL);

$n1$: Nombre de boîtes de Pétri retenus à la première dilution;

$n2$: Nombre de boîtes de Pétri retenus à la deuxième dilution ;

d : Facteur de dilution correspondant à la première dilution retenue

V. Analyse sensorielle

Durant cette évaluation, trois échantillons notamment les deux types de yaourts formulés et un produit commercialisé (Tableau XIII) ont été présentés pour chaque dégustateur. Cette évaluation a été effectuée en une phase :

Pendant cette évaluation sensorielle experte, chaque dégustateur a reçu trois échantillons à évaluer : deux types de yaourts formulés et un produit commercialisé, comme indiqué dans le Tableau XIII.

Tableau XIII : Échantillons d'évaluation sensorielle

Code	012	290	043
Indication	Yaourt brassé aux fruits à 12%	Yaourt brassé aux fruits à 10%	J'nina dziria

Un groupe de 20 experts a été chargé d'évaluer l'analyse sensorielle. 18 sujets ont réalisé l'analyse dans la laiterie SOUMMAM, tandis que les deux autres experts ont effectué l'analyse dans le laboratoire d'analyse sensorielle de l'université A. Mira de Bejaia. Un sondage a été utilisé pour évaluer des critères en utilisant une échelle d'évaluation de 1 à 5 et la préférence a été évaluée de 1 à 9. Il y a différents critères tels que la couleur, l'odeur, l'arôme, la sucrosité, l'acidité, le fruit identifié et la texture en bouche, la consistance et la préférence (**Annexe I**).

Après avoir traité les données sensorielles, l'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel XL-STAT (2014), afin de déterminer la caractérisation des produits, la classification ascendante hiérarchique (CAH), l'analyse de la composante principale (ACP), la cartographie externe de préférence (PREFMAP), le profil sensoriel des yaourts, le pouvoir discriminant par descripteur et le coefficient des modèles.

VI. Analyses phyto-chimiques

VI.1. Extraction

L'extraction des antioxydants est réalisée en utilisant la méthode modifiée de Soares et al. (2009). Cette méthode implique l'ajout de 5 g de chaque composé végétal (châtaigne, dattes et sirop de dattes) à 100 mL d'eau distillée. Après agitation magnétique pendant une heure à température ambiante et dans l'obscurité, le mélange est filtré et conservé à 4°C.

Pour les yaourts enrichis, la méthode d'extraction de **Zainoldin et Baba (2009)**, avec quelques ajustements, est utilisée. 10 g de chaque échantillon de yaourt sont ajoutés à 2,5 mL d'eau distillée. Après homogénéisation par agitation magnétique, le pH de la solution est ajusté à 4 avec du HCl (1 N), puis elle est incubée à 45°C pendant 10 minutes. Ensuite, le mélange est centrifugé à 3000 tours/min pendant 40 minutes à 4°C. La solution de NaOH (1 N) est utilisée pour ajuster le pH du surnageant récupéré à 7. Une seconde centrifugation à 3000 tours/min pendant 40 minutes à 4°C est effectuée. Le surnageant récupéré est utilisé pour d'éventuelles analyses.

VI.2. Dosage des composés phénoliques totaux

- **Principe**

L'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et l'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀) forment le réactif. L'oxydation des phénols le transforme en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux est directement liée à la coloration produite, dont l'absorption maximale se situe entre 725 et 750 nm (**Boizot et Charpentier, 2006**).

- **Mode opératoire**

La teneur en composés phénoliques totaux a été déterminée selon la méthode décrite par Singleton et Rossi (1965). 0,1 mL de chaque extrait dilué ont été mélangés avec 0,5 mL du réactif de Folin-Ciocalteu. Après trois minutes, 1,5 mL de monocarbonate de sodium (20%) ont été ajoutés. Ce mélange a été ajusté avec de l'eau distillée jusqu'à 10 mL, puis incubé à l'obscurité. Après 2 heures d'incubation, la lecture des absorbances a été faite à 760 nm.

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique par 100 g de matière sèche (mg EAG/100 g MS).

VI.3. Dosage des flavonoïdes

- **Principe**

Les flavonoïdes ont un groupement hydroxyle (OH) libre situé à la position 5, ce qui peut entraîner la formation d'un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes se combinent avec des métaux (fer et aluminium) pour former des complexes jaunâtres. Cela signifie que deux électrons sont perdus par le métal (Al) lorsqu'il se lie à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique qui jouent le rôle de donneur d'électrons (**Haimoud, S.A.2017**).

- **Mode opératoire**

La teneur en flavonoïdes a été déterminée selon la méthode de AlCl₃ de **Ghafar et al. (2010)**, décrite comme suit : 1 mL de chaque extrait a été mélangé avec 1 mL d'une solution d'AlCl₃ à 2%. Après 15 minutes d'incubation à l'obscurité, la lecture des absorbances a été réalisée à 430 nm.

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent quercétine par 100 g de matière sèche (mg EQ/100 g MS).

Résultats et

discussion



I. Analyses physico-chimiques

I.1. Caractérisation de la matière première

I.1.1. Sirop de date

Le tableau ci-dessous illustre les résultats des analyses physicochimiques du sirop de dattes.

Tableau XIV : Résultats d'analyses physicochimiques de sirop des dattes

Paramètre	pH	EST %	Brix°	Cendres %	TH %
Résultats	4.23±0.04	70.41 ±2.02	78± 0,12	1.823±0,15	36.64±1,82

EST : Extrait sec totale ; TH% : Taux de l'humidité.

Les données du sirop de dattes ont montré un pH (4,23±0.04) similaire à ceux obtenus par **Laouar et al. (2021)**, qui ont rapporté des valeurs variant de 4,26 à 4,70, ainsi que par **Benyagoub et al. (2011)** (4,1 à 4,2) et par **Barreveld. (1993)** (4,14 à 4,60). En revanche, (**Touily et Belloula, 2002**) ont trouvé une valeur de 4,03. Cette différence du pH est probablement due à la composition des dattes utilisées, aux conditions de stockage et au processus de fabrication (**Laouar et al., 2021**).

L'extrait sec obtenu (70,40±2.02 %) est largement supérieur à l'EST (58,9 %) enregistré par **Boussaid et al. (2021)**. Cet écart est peut-être lié aux méthodes de préparation des sirops.

La teneur en sucres totaux (°Brix) trouvée dans le sirop (78± 0,7°), est proche de celle rapportée par **Seddiki et al. (2023)**, qui était de 79,58° ± 0,12.

Le taux de cendre du sirop de datte (1,82±0,15 %,.) correspond à la valeur donnée par **Belguedj et al. (2015)**, qui était de 2,02 % ± 0,41 %.

La teneur en eau trouvée dans ce travail (36,64±1,82 %), se situe dans l'intervalle (28 % à 37 %) rapporté par **Laouar et al. (2021)**, où la teneur en eau des échantillons analysés variait de (26,33 % à 27 %). Cependant notre résultat est supérieur au TH de **Touily et Belloula (2002)** et au TH de **Benyagoub et al. (2011)** et de **Rambabu et al. (2020)** qui étaient respectivement de 17 % et de 14,8 % à 20,5 %. Bien que la valeur obtenue concerne un sirop de type hmira, elle diffère de celle rapportée (33,10± 0,30%) par **Seddiki et al. (2023)** pour la même variété. En effet, la teneur en eau peut varier en fonction du procédé de fabrication, du volume d'eau utilisé, de la température et du temps de cuisson. Tous ces paramètres influencent la concentration des constituants du sirop de datte (**Laouar et al., 2021**).

I.1.2. Châtaigne

Les paramètres physicochimiques déterminés pour les châtaignes sont indiqués dans le tableau ci-après :

Tableau XV : Résultats d'analyses physicochimiques de la châtaigne.

Paramètre	pH	TH %	Cendres %
Résultats	5,870 ± 0,007	55,01± 1,19	0,81±0,30

Le pH de la châtaigne (5,87±0,007) variété mollissima, obtenu est proche de celui (5,59 ± 0,02) rapporté par **Kocaa et al. (2018)**. Par ailleurs, il est légèrement inférieur à celui de **Menasra et al. (2018)** (6,05 ± 0,01), ce qui peut s'expliquer en grande partie par des différences variétales.

Le taux d'humidité enregistré pour la châtaigne (55,01±1,19%), est inférieur à celui rapporté par **Glushkova et al. (2010)**, qui est de 60%. La teneur en humidité du gland peut dépendre des caractéristiques du fruit et des conditions écologiques telles que le type de sol, les précipitations estivales, l'altitude et l'emplacement des vergers (**Mert et al., 2017**).

Le taux de cendres obtenu (0,81±0.3%), diffère nettement de celui mentionné par **Idrees et al. (2017)** qui est de l'ordre de 2,50±0,06%. Selon ces résultats, les châtaignes étudiées ont présenté une faible proportion de cendres. En effet, le taux de cendres est influencé par plusieurs facteurs tels que la variété, le stade de maturité et les conditions de la mouture (**Wei et al., 2001**).

I.1.3. Dattes

Les résultats d'analyses physicochimiques enregistrés pour les dattes étudiées sont présentés dans le tableau XVI.

Tableau XVI : Résultats d'analyse physicochimiques des dattes.

Paramètre	pH	TH %	Cendre%
Résultats	5,140 ± 0,007	10,45±0,40	1,71± 0,09

Le pH est un indicateur crucial de la qualité pour la capacité de conservation des aliments, constituant l'un des principaux obstacles à la croissance microbienne (**Boulanouar et al., 2017**). Un pH de 5,4 est considéré comme un mauvais indicateur de qualité pour les dattes, tandis qu'un pH supérieur à 5,8 est jugé favorable (**Hayet, 2007**). Selon notre résultat, le pH mesuré au cours de ce travail (5,14 ± 0,007), est inférieur aux pH cités dans les travaux de **Laour et al. (2019)** et de **Cheikhi et al. (2019)** ayant trouvé des valeurs de 6,01 de 6,21± 0,06 respectivement. Cette diminution du pH peut être attribuée à la durée de stockage. Véritablement pendant le stockage,

les micro-organismes d'altération hydrolysent les sucres en acides organiques en conditions anaérobies, réduisant ainsi le pH du produit (Laouar et al., 2019).

Les dattes sont une source appréciable de minéraux (Boulanouar et al., 2017). La teneur en cendres obtenue ($1,71 \pm 0,09$ %), est supérieure à celle trouvée par Seddiki et Seddiki (2023), qui est de $1,28 \pm 0,19$ %, mais reste inférieure à celle trouvée par (Cheikhi et al., 2019), qui est de $2,38 \pm 0,07$ %. La teneur en cendres peut dépendre de la nature du sol et de ses amendements (Cheikhi et al., 2019).

L'eau est un élément essentiel du fruit, jouant un rôle crucial dans la qualité des dattes et influençant leur conservation (Bensalah et Hellali, 2003). Le taux d'humidité des dattes de type Hmira étudié ($10,45 \pm 0,4$ %) se situe dans l'intervalle de TH rapporté par Boulanouar et al. (2017), qui varie généralement entre 10% et 24%.

I.1.4. Poudre de lait

Les paramètres physico-chimiques mesurés pour la poudre de lait à 26% et 0% de matière grasse (MG) sont présentés dans la figure 11.

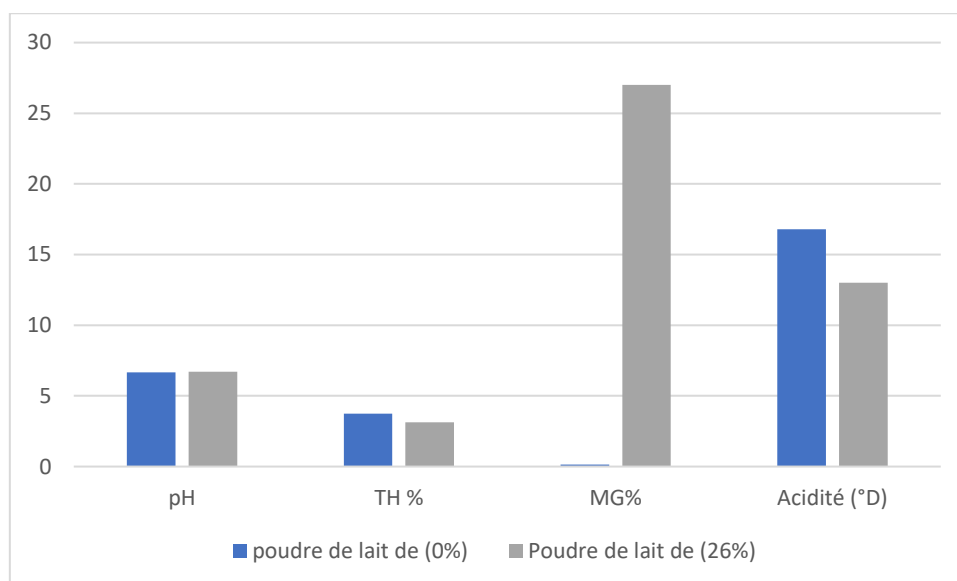


Fig.11. Résultats d'analyse physico-chimique de la poudre de lait (26% et 0%).

L'acidité est considérée comme un indicateur de fraîcheur. Les résultats obtenus ont montré que le pH de la poudre de lait à 0 % est de 6,66 et son acidité est de 16,8 °D, tandis que le pH de la poudre de lait à 26 % est de 6,72 et son acidité est de 13 °D. Ces deux paramètres sont similaires à ceux trouvés par Kajal et al. (2012), avec des valeurs de pH allant de 6,67 à 6,8, et par Soceanu et al. (2015), pour l'acidité qui varie de 15 °D à 16 °D. Ces valeurs respectent les normes internes de l'entreprise, confirmant ainsi les bonnes conditions de conservation de la poudre de lait. Le taux d'humidité mesuré est inférieur à 5 %, similaire au

TH trouvé par **Gasmalla et al. (2013)**, qui est de $4,06 \pm 0,29$ %, attestant que la poudre de lait respecte les normes de la laiterie Soummam. Cela confirme également qu'elle a été conservée et transportée dans des conditions adéquates, à l'abri de l'humidité. Enfin, le taux de matière grasse recelé dans la poudre de lait à 26 % (27 %), est légèrement supérieur à celui obtenu par **Gasmalla et al. (2013)**, qui est de $26,3 \pm 0,6$ %, et qui reste aussi supérieur à la norme requise, indiquant que cette poudre provient de lait partiellement écrémé. En revanche, le taux de matière grasse de la poudre de lait à 0 % est conforme aux normes.

I.1.5. Eau de process

Le tableau ci-dessous présente les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.

Tableau XVII : Résultats d'analyses des paramètres physicochimiques de l'eau de process.

Paramètre	Résultat	Norme de JORA
pH	6,60	6.50- 7.50
TH (°F)	9	≤ 500 mg/l (CaCO ₃)
Dosage Cl ⁻ (mg/l)	68	≤ 250 mg/l
Turbidité (NTU)	0	≤ 5
Conductivité (μS/cm)	400	≤ 2500

Les résultats obtenus, des différents paramètres analysés (pH, TH, chlorure, turbidité et conductivité) pour l'eau de process utilisée, sont conformes aux normes internes de l'entreprise ainsi qu'aux exigences du **JORA (2011)**. Cela suggère l'utilisation de méthodes analytiques rigoureuses, de systèmes de traitement efficaces, de normes internes strictes, de personnel compétent, d'une surveillance continue et d'une gestion proactive des non-conformités.

I.2. Caractérisation du produit semi fini

I.2.1. La base lactée

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques de la base lactée, sont révélés dans le tableau suivant :

Tableau XVIII : Résultats d'analyses physicochimiques de la base lactée

Paramètre	Résultats
pH	4.17
Acidité (D°)	75
EST (%)	20.09

MG (%)	2.60
---------------	------

Ces résultats montrent que la base lactée est conforme aux normes physico-chimiques de l'entreprise Soummam. Elle est donc considérée comme sûre et de bonne qualité.

I.2.2. Préparation de fruits

Le tableau ci-joint montre les résultats physicochimiques de la préparation aux fruits.

Tableau XIX : Résultats physicochimiques de la préparation de fruits.

Paramètre	pH	Brix°	Écoulement (cm/min)
Résultats	4.87	48.60	5.70

La préparation de fruits à un pH de 4,87, indique une acidité qui contribue à préserver sa qualité et sont conformes ou exigences de l'entreprise.

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix la fraction de saccharose dans un liquide donc l'ajout de fruits augmente la teneur en glucide d'un yaourt (**Gomez et al., 2002**). Le degré Brix mesuré et l'écoulement indiqués dans le tableau XVIII sont conformes aux normes internes de l'entreprise par rapport aux préparations de fruits.

I.3. Caractérisation du produit fini

Les analyses physico-chimiques du yaourt élaboré, durant la conservation à 4 °C, ont donné les résultats représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XX : Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini.

Paramètre	pH	Acidité(D°)	EST %	MG %	Brix°
Résultats	4.125	78	23.775	2.250	17.5°

- Le pH et l'acidité du yaourt préparé sont respectivement de 4,12 et 78°D, des valeurs qui se trouvent dans l'intervalle de tolérance de l'entreprise, tout comme pour les yaourts brassés aux fruits. Cela indique que le yaourt a été fabriqué en respectant le taux d'ensemencement des ferments lactiques et la durée de fermentation.

- La valeur de l'extrait sec total mesurée est de 23,77 %, ce qui est conforme aux normes internes de l'entreprise, car il respecte les spécifications de l'entreprise en termes de concentration en solides dissous.

- Le taux de matière grasses est 2.25% et conforme aux exigences de l'entreprise.

- Le degré Brix mesuré au réfractomètre est de 17,5°Brix. Le fait que ce paramètre soit dans les normes, cela indique que la concentration en sucre du produit est conforme aux standards de

qualité. Pour les yaourts aux fruits, cela signifie que le niveau de sucre est optimal pour garantir une saveur agréable et homogène, une texture adéquate, et une bonne conservation, tout en respectant les exigences de l'entreprise.

I.3.1. Evolution du pH et de l'acidité jusqu'à la DLC

Selon le graphique combiné (Fig.12), le pH diminue progressivement tandis que l'acidité augmente avec le temps, indiquant qu'une fermentation prolongée provoque une augmentation de l'acidité et une baisse du pH.

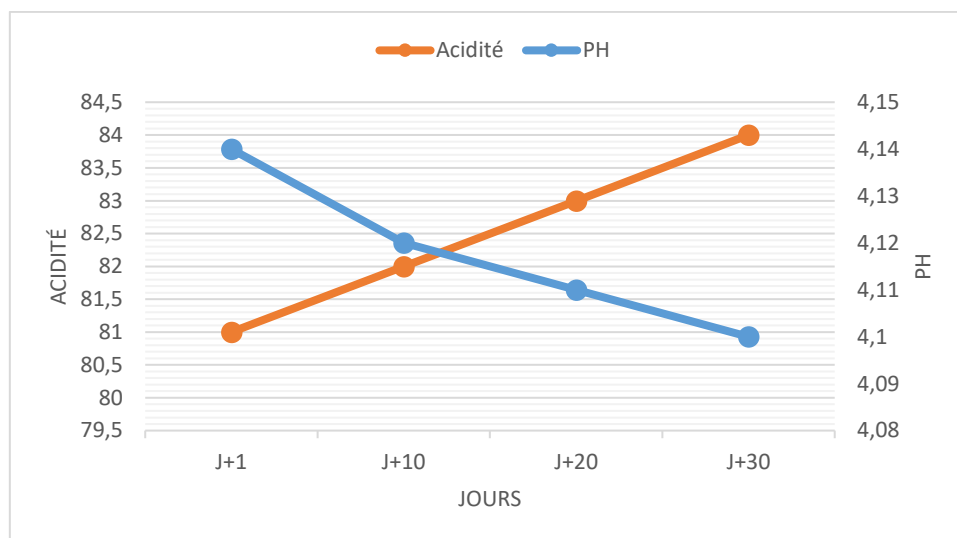


Fig.12. Variation du pH et de l'acidité dans le yaourt brassé enrichi étudié en fonction des jours.

D'après la représentation graphique obtenue, il est clair que les valeurs du pH diminuent au cours de la période de stockage. Cette diminution du pH est due à l'augmentation de l'acidité du yaourt, causée par la dégradation du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques mésophiles. Cela conduit à une baisse du pH de 4,14 à 4,1 et à une augmentation de l'acidité de 81°D à 84°D. Ces valeurs se situent dans la zone de tolérance de l'entreprise, de ce fait ce produit est conforme.

II. Analyses phytochimiques

II.1. Teneurs en composés phénoliques totaux

Les polyphénols sont des composés naturels synthétisés exclusivement par les plantes, présentant des caractéristiques chimiques liées aux substances phénoliques et de fortes propriétés antioxydantes. Ces molécules ou classes de substances sont principalement présentes dans les fruits, les légumes, le thé vert et les céréales complètes (Singla et al., 2019). Les teneurs

en polyphénols totaux des extraits de sirop, des dattes, des châtaignes et du yaourt brassé élaboré, sont présentées dans l'histogramme ci-après :

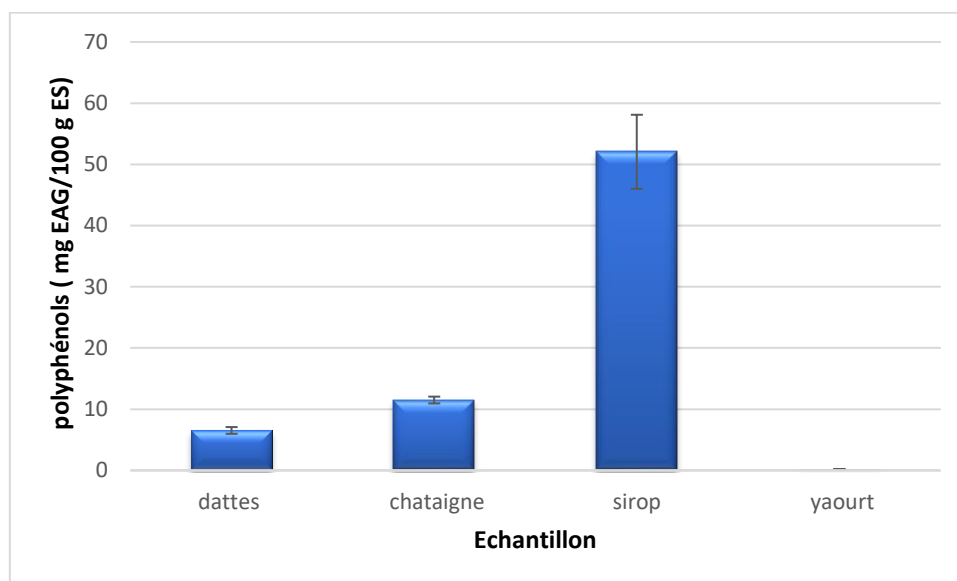


Fig.13. Teneurs en composés phénoliques totaux des extraits de sirop, des dattes, du châtaigne et du yaourt brassé élaboré.

A l'issu de ces résultats, il est clair que la teneur en phénols totaux de l'extrait de sirop de datte est plus élevée que celle des autres échantillons."

Ces données ont montré que la teneur en polyphénols totaux de l'extrait de dattes (6,92 mg EAG/100 g ES) est inférieure à celle trouvée par **Djafri et al. (2021)**, ayant indiqué une quantité de 10,97 mg EAG/100 g MF pour la variété la plus riche, Tantbouchet. Cette variété est suivie par Tinissine (8 mg EAG/100 g MF) et enfin Ghars (4,57 mg EAG/100 g MF). Donc les différentes teneurs en polyphénols totaux (PPT) des variétés de dattes résultent de l'effet d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont ; les facteurs climatiques et environnementaux : la lumière, les précipitations, la topographie, la saison et le type de sols (**Tajini et al.,2020**), le patrimoine génétique. La concentration des polyphénols est très variable d'une espèce à une autre et d'une variété à une autre et diminue régulièrement durant la maturation ainsi que la période de récolte et le stockage par différentes voies du brunissement et la méthode d'extraction et la méthode de quantification (**Tajini et al., 2020**).

Concernant le taux de polyphénols totaux de l'extrait de sirop de dattes (47,78 mg EAG/100g), il est inférieur à celui trouvée par **Djafri et al. (2021)**, ayant rapporté des teneurs plus élevées pour différentes variétés de dattes : Tantbouchet (770 mg EAG/100g MF), Tinissine (460 mg EAG/100g MF), Deglet Nour (240 mg EAG/100g MF), et Ghars (200 mg

EAG/100g MF). Cependant notre résultat est toutefois supérieur à celui obtenu par **Benahmed. (2012)** pour la variété Mech-degla (9,5 mg EAG/100g). La variabilité de la teneur en polyphénols est probablement due d'une part à la diversité des matières premières utilisées. D'autre part, les résultats de la détermination des composés phénoliques n'indiquent pas les valeurs exactes des teneurs en polyphénols, à cause de la sensibilité de cette méthode à d'autres molécules existant dans la matrice de l'échantillon analysé. En effet, cette méthode peut avoir des problèmes d'interférence, le Folin-Ciocalteu peut réagir avec les acides aminés (tyrosine, tryptophane) et les sucres réducteurs (**Boizot et Charpentier, 2006**).

Selon les résultats obtenus, la teneur en polyphénols totaux des châtaignes (11,89 mgEAG/100 g), est supérieure à la valeur trouvée par **Li et al. (2016)**, qui était de 2,24 mg EAG/g pour les châtaignes fraîches. Cette teneur reste inchangée après torréfaction, les polyphénols étant transférés de la coque de châtaignes à l'amande, ce qui augmente la teneur en polyphénols.

Le taux de polyphénols totaux du yaourt élaboré est faible (0,192 mg EAG/100 g). L'enrichissement du yaourt brassé nature avec des dattes, du sirop de dattes et des châtaignes peut augmenter sa teneur en polyphénols pour plusieurs raisons. En effet, les dattes, le sirop de dattes et les châtaignes sont riches en polyphénols, comme le montrent les résultats précédents (**Li et al., 2016**).

II.2. Teneurs en flavonoïdes

Les flavonoïdes sont présents dans une grande variété d'aliments (fruits et légumes, céréales, jus fruits, thé et vin...). Ce sont les composés les plus abondants parmi tous des composés phénoliques (**Achat, 2013**). Les teneurs en flavonoïdes des extraits de sirop, des dattes, du châtaigne et du yaourt brassé élaboré, sont présentées dans l'histogramme ci-après :

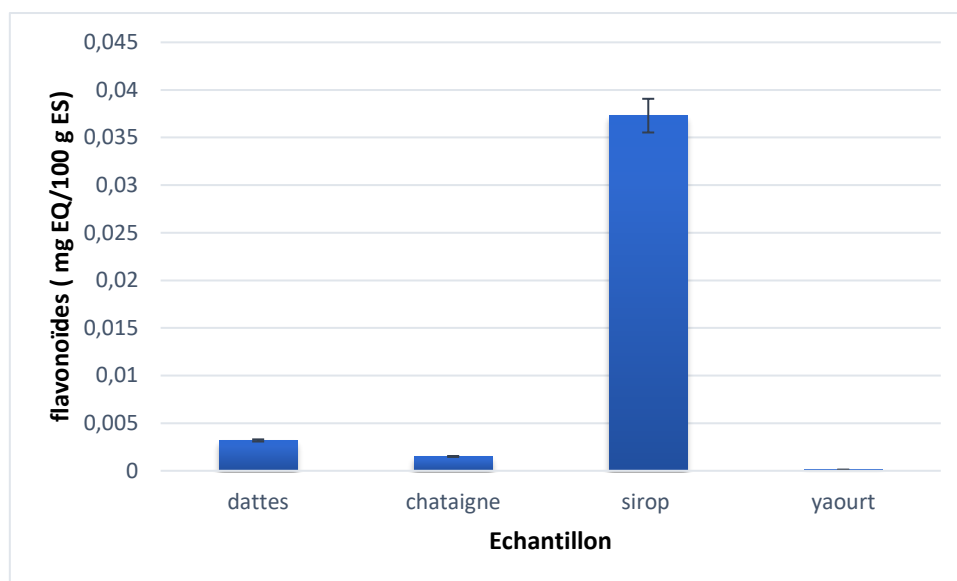


Fig.14. Teneur en flavonoïde des extraits de sirop, des dattes, du châtaigne et du yaourt brassé enrichi.

La teneur en flavonoïdes des dattes enregistrée (0.003 mg EQ/100 g ES), est inférieure à celle trouvée par **Chabir et al.(2014)**, qui variait de 0,01 à 0,38 mg EQ /100 g MF pour la variété Deglet Nour. De plus, **Chaira et al. (2009)** ont rapporté une valeur bien supérieure, atteignant 54,46EQ mg/100 g MF. Cette différence est probablement due à la manière dont les résultats sont exprimés, qu'ils soient rapportés en poids frais ou sec, ainsi qu'à la teneur en flavonoïdes. fortement du cultivar ou des conditions de culture et de transformation (**Chiara et al.,2009**).

La quantité des flavonoïdes des châtaignes obtenue (0.14 mg EQ/g MS), est inférieure à celle rapportée par **Li et al. (2016)**, qui se situe entre 2,62 et 2,13 mg/g. Cette variation peut être attribuée à plusieurs facteurs : variété de châtaignes, conditions de culture, méthode de récolte et traitement, maturité des fruits et différence génétique.

Le taux de flavonoïdes dans le sirop de dattes est de 0,036 mg/100 g, tandis qu'**Abbés et al. (2013)** ont rapporté une concentration bien plus élevée, soit 88,27 mg/100 g. Ce grand écart peut être attribuée à divers facteurs tels que le procédé de fabrication, le mode d'extraction, la variété des dattes, les conditions de croissance, la maturité des fruits, la saison de récolte, l'origine géographique, l'utilisation d'engrais, le type de sol, les conditions de stockage et l'exposition à la lumière solaire, parmi d'autres éléments (**Al-Farsi et al., 2007**).

III. Propriétés microbiologiques

III.1. Caractérisation de la matière première

III.1.1. Poudre de lait

L'appréciation du lait peut passer par des caractéristiques comme l'analyse chimique et physique mais essentiellement microbiologique. En effet, elles font partie des indicateurs de qualité.

Tableau XXI : Résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait

Germes recherchés	Résultats		Normes (JORA N°35, 1998)
	PDL 0%	PDL 26%	
Germes totaux	Abs		$\leq 2.10^5$
Coliformes à 37°C	Abs		10
Salmonelles	Abs		Abs dans 25 g (JORA 2017)
Coliformes sulfite réducteur	Abs		10
Test de fermentation	Positif		Positif
Recherche d'antibiotique	Abs		Abs

D'après les résultats du tableau ci-dessus, l'absence totale des germes pathogènes recherchés confirme la conformité aux normes de l'entreprise ainsi qu'à celles établies par **JORA (1998)**. Cette absence indique aussi que le produit respecte les critères stricts de sécurité alimentaire imposés par ces standards. En conséquence, cela atteste de la bonne qualité microbiologique et hygiénique de la poudre de lait, signifiant que le produit ne présente aucun risque pour la santé des consommateurs. Cette qualité est essentielle pour garantir la confiance des clients et maintenir la réputation de l'entreprise. De plus, cela démontre l'efficacité des processus de fabrication et des contrôles de qualité mis en place pour prévenir la contamination et assurer la salubrité du produit fini.

III.2. Caractérisation du semi fini

III.2.1. Base lactée

Les résultats d'analyses microbiologiques de la masse blanche et la préparation de fruits sont illustrés dans les tableaux suivants :

Tableau XXII : Résultats d'analyses microbiologiques de la base lactée.

La base lactée	
Germes recherchés	Résultats
Coliformes totaux	Abs
Coliformes fécaux	
Levures et moisissures	

Tableau XXIII : Résultats d'analyses microbiologiques de la préparation de fruits.

La préparation de fruit		Référence	Norme
Coliformes totaux	Abs	NF V 08 050	Abs
Coliformes fécaux			
Levures et moisissures	Abs	ISO 21 21527-1	<10 /g

Les résultats obtenus dans le tableau des germes indésirables des produits semi-finis, à savoir la préparation de fruits et la base lactée, montrent l'absence totale de germes pathogènes. Cela répond aux normes internes de l'entreprise et permet de suivre la préparation du produit fini.

III.3. Caractérisation de produit fini

Les résultats des analyses microbiologiques du produit fini (Yaourt brassé aux fruits à 10%) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XXIV : Résultats de l'analyse microbiologique de produit fini.

Germes recherchés	Résultats	Normes (JORA, 1998)
Coliformes totaux	Abs	<10
Coliformes fécaux		1
Levures		<10
Moisissures		Abs

Les analyses microbiologiques du produit fini montrent l'absence totale de germes pathogènes, de coliformes totaux et fécaux, ainsi que de levures et moisissures, ce qui est conforme aux normes d'entreprise et à celles du **JORA (1998)**. Ces résultats signifient que le produit ne contient aucun micro-organisme dangereux pour la santé, respectant ainsi les normes de qualité en vigueur. Par conséquent, le produit est sûr, de haute qualité et prêt à être consommé, ce qui rassure les consommateurs quant à son hygiène et sa sécurité.

III.4. Evolution de la flore lactique

Les résultats du suivi du dénombrement des flores lactiques sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XXV : Résultats du suivi du dénombrement de la flore lactique

Germes Jours	J+10	J+20
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	23.91x10 ⁵	29.33x10 ⁵
<i>Streptococcus thermophilus</i>	39.53x10 ⁷	11.58x10 ⁷

Les résultats relatifs à la flore lactique (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) montrent clairement qu'ils sont parfaitement conformes aux normes fixées par JORA (1998).

IV. Analyse sensorielle

IV. 1. Profil sensorielle des yaourts

Les résultats de l'analyse sensorielle (panel expert) ont été récapitulés puis traités à l'aide du logiciel XL STAT. Les profils sensoriels des trois yaourts sont illustrés dans la Figure ci-dessous :

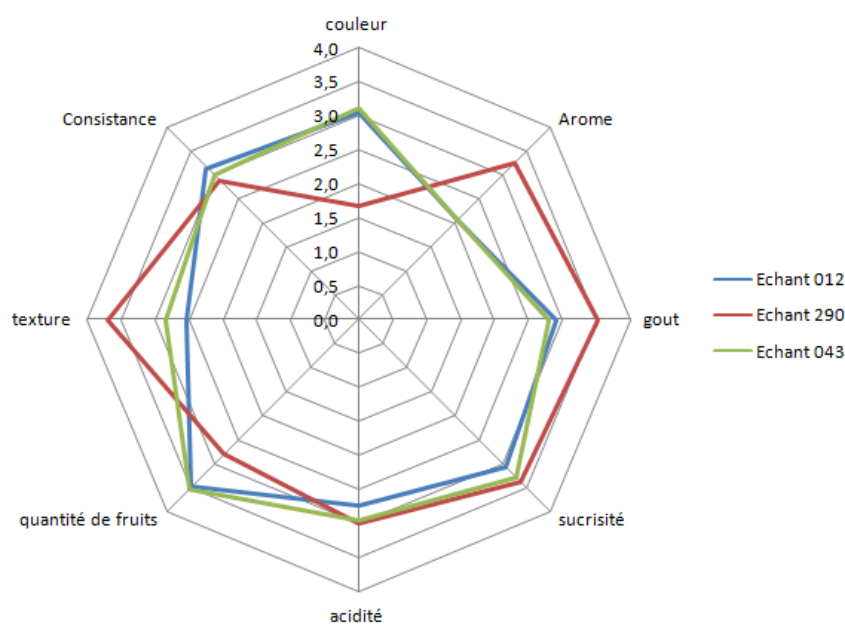


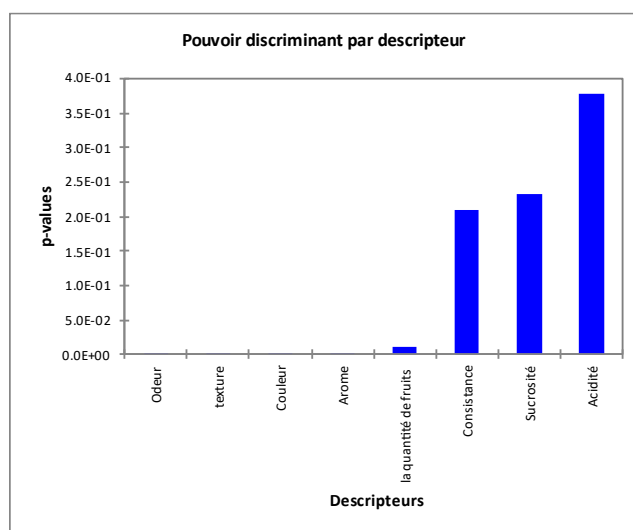
Fig.15. Profil sensoriel des yaourts analysées

Selon le profil sensoriel, la couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur, ce qui en fait un attribut essentiel dans l'industrie alimentaire. L'échantillon préparé avec 12 % de préparation de fruits (012) présente une couleur similaire à celle de l'échantillon commercialisé (043). Globalement, ces deux produits ont des caractéristiques sensorielles similaires. En revanche, l'échantillon (290) se distingue par des intensités élevées en arôme, en goût sucré et en goût général, et possède une texture plus lisse par rapport aux autres échantillons.

IV.2. Caractérisation de produits

IV.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Le but de cette analyse est de mesurer la capacité d'un descripteur sensoriel (comme l'arôme, la saveur, la texture, etc.) à différencier de manière significative entre différents échantillons ou produits. Les résultats obtenus (**Figure 16**) montrent que l'acidité, la sucrosité et la consistance possèdent le plus grand pouvoir discriminant. Cela signifie que ces caractéristiques varient significativement entre les produits. Cependant, bien que la quantité de fruits soit également considérée, elle présente un faible pouvoir discriminant et diffère donc peu entre les produits.

**Fig.16.** Pouvoir discriminant par descripteur

IV.2.2. Coefficient des modèles

Trois histogrammes ont été générés (**Fig.17**), chacun représente le profil sensoriel d'un yaourt. En bleu, sont illustrées les caractéristiques avec des coefficients significativement positifs (notes supérieures à la moyenne attribuée par les juges). En rouge, apparaissent les caractéristiques avec des coefficients significativement négatifs (notes inférieures à la moyenne des juges). Les caractéristiques en blanc indiquent des coefficients non significatifs (notes proches de la moyenne des juges).

- Le yaourt enrichi à 12 % (012) se distingue par sa couleur prononcée, sa texture rugueuse et son odeur d'une faible intensité. L'arôme, la sucrosité, l'acidité, la quantité de fruits et la consistance ont des intensités moyennes.
- Le yaourt enrichi à 10% (290) est caractérisé par sa couleur intense, mais il présente de faibles intensités de l'arôme et d'odeur. En revanche, l'acidité, la sucrosité, la quantité de fruits et la consistance sont d'intensités moyennes.
- Le yaourt Djnina (043) se distingue par son arôme et son odeur de fortes intensités de et par sa texture lisse. Néanmoins, sa couleur n'est pas intense présente une faible quantité de fruits. Son acidité, son gout sucré sa consistance sont d'intensités moyennes.

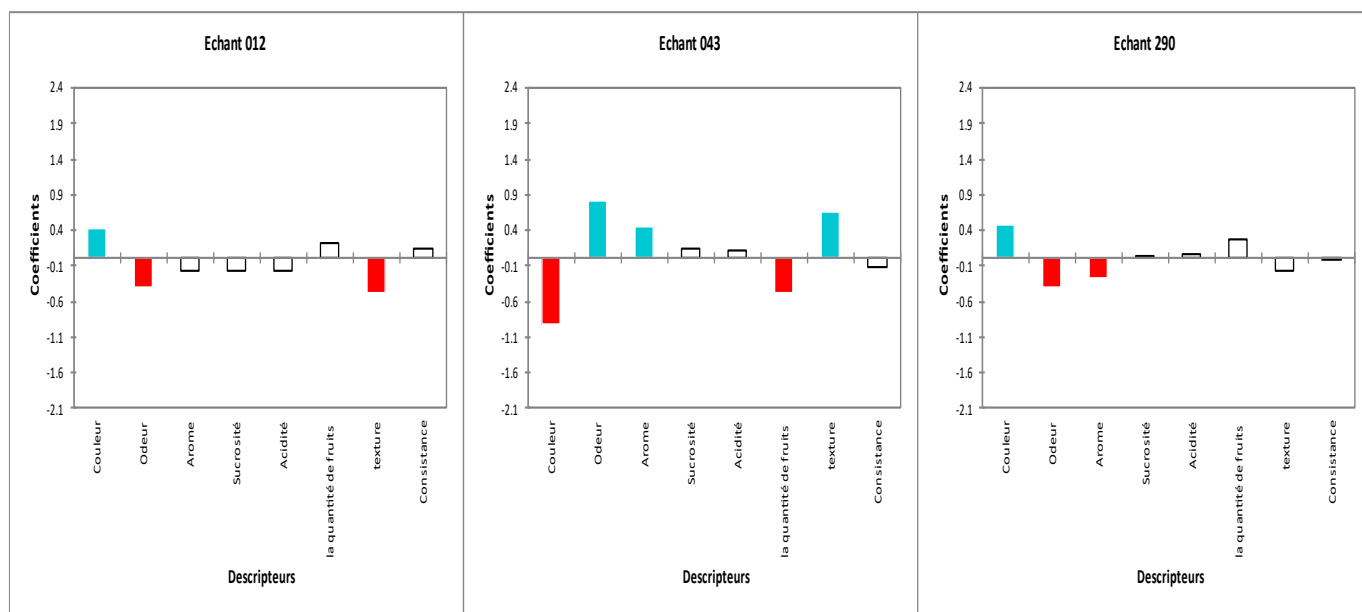


Fig.17. Coefficients des modèles pour chaque yaourt.

IV.2.3. Analyse en composante principale (ACP)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode statistique qui permet d'analyser et de visualiser des données multivariées, c'est-à-dire des données décrites par plusieurs variables quantitatives **Charlotte Baey (2019)**. La figure 18 montre que le yaourt

enrichi à 12% est en corrélation avec le yaourt commercialisé donc ils ont des caractéristique voisines, ce qui confirme les résultats obtenus dans le graphe radar et caractérisation de produits.

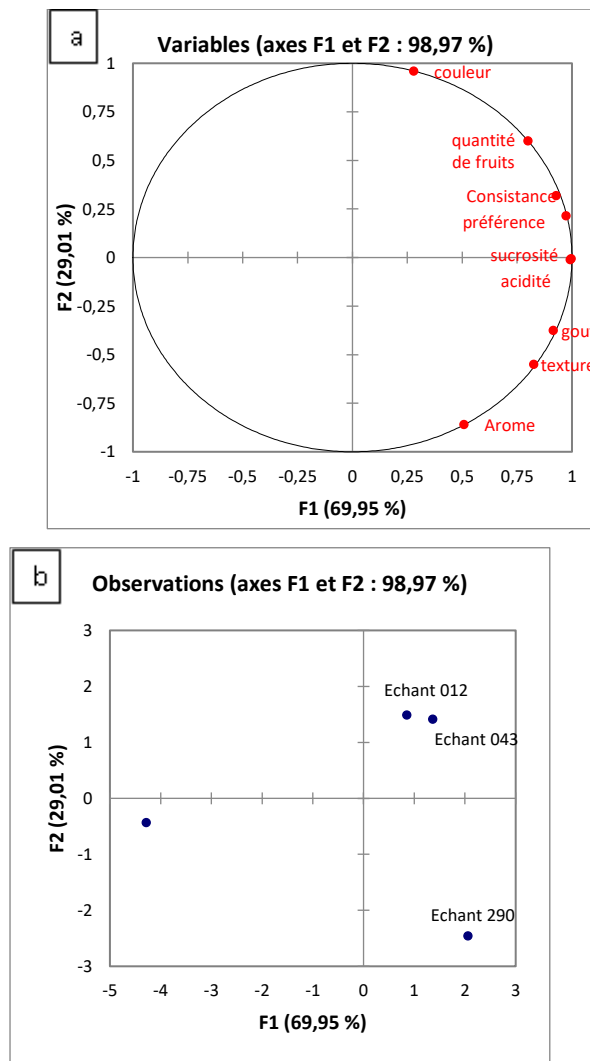


Fig.18. Corrélations entre les attributs(a) et les produits(b)

IV.2.4. Cartographie des préférences (PREFMAP)

Une carte de préférence (PREFMAP) a été créée sur XL STAT (**Fig.19**), après avoir regroupé les consommateurs selon leurs préférences en effectuant une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) et une Analyse en Composantes Principales (ACP) à partir des données du panel expert. Cette carte permet de relier les préférences aux caractéristiques sensorielles des produits exprimés par les panélistes. Cette carte est importante car elle permet aux équipes marketing et recherche et développement adapter les produits aux goûts des consommateurs (**Addinsoft, 2013**).

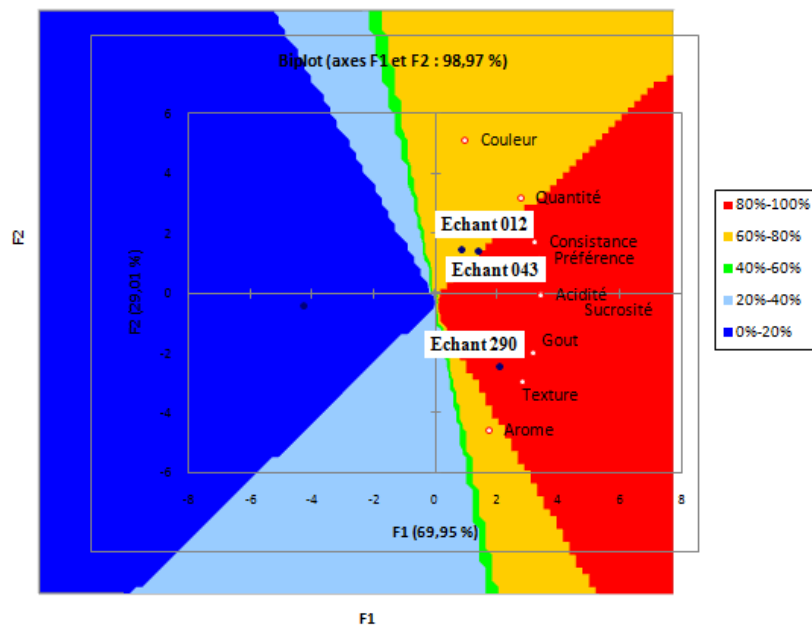


Fig.19. Carte des préférences des yaourts analysées

Selon la Figure 20, l'échantillon le plus apprécié par les dégustateurs est le yaourt enrichi avec 10 % de dattes, de sirop de datte et de châtaignes, plébiscité par 100 % des panelistes. Cette préférence est principalement due à sa texture lisse, son goût et son arôme intense, en comparaison avec les autres produits. Il est suivi par les yaourts 012 et 043, qui sont préférés par 80 % des panelistes.

Conclusion



Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude est de formuler un yaourt brassé enrichi en dattes, sirop de dattes et châtaignes. Ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine du contrôle de qualité et de l'analyse alimentaire, ainsi que de mieux comprendre les connaissances acquises durant notre cursus universitaire.

Cette étude a consisté à incorporer une préparation de fruits dans la masse blanche de la Laiterie SOUMAM avec différentes proportions. Nous avons choisi la préparation à 10% pour effectuer les analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles.

Un ensemble d'analyses physico-chimiques et phytochimiques a été réalisé. Ces analyses ont révélé que les châtaignes sont riches en eau avec une teneur de 55,01%, suivies par le sirop de dattes à 36,64% et les dattes à 10,45%. La châtaignes, et sirop de dattes les dattes présentent respectivement un pH de 4,23, 5,87 et 5,14. Elles sont également une bonne source de substances bioactives telles que les composés phénoliques. En effet, le sirop de dattes contient 47,78 mg EAG/100 g de composés phénoliques, les dattes en contiennent 6,92 mg EAG/100 g et les châtaignes 11,89 mg EAG/100 g. Cependant le yaourt enrichi avec ces ingrédients contient 0,19 mg EAG/100 g de polyphénols. Les données des analyses physico-chimiques sont conformes aux normes internes de l'entreprise. Les résultats de l'analyse microbiologique montrent clairement leur conformité aux normes en vigueur, attestant de leur salubrité par rapport aux germes recherchés.

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré que le produit est agréable et apprécié par le consommateur. Le yaourt brassé enrichi avec 10% de la préparation de fruits est caractérisé par sa couleur, sa sucrosité, sa quantité de fruits et sa consistance. Le produit fini enrichi apporte une quantité importante de polyphénols, ainsi qu'une minérale significative.

Les résultats de la présente étude restent préliminaires. Il serait donc intéressant d'envisager d'autres aspects à savoir :

- Approfondir l'étude des caractéristiques de ces fruits.
- Valoriser ces fruits dans l'industrie laitière, compte tenu de leur richesse nutritionnelle.
- Remplacer le sucre du yaourt par du sirop de dattes.
- Ajouter des fruits frais (citron, orange) pour améliorer le goût et la fraîcheur du yaourt.

Les références

bibliographies



Références Bibliographiques

A

Abbès et al.,2011 : Abbès, F., M. A. Bouaziz, et al. (2011). "Date syrup: effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physico-chemical characteristics, sensory and functional properties." *LWT-Food science and Technology* **44** (8): 1827-1834.

Abdelfattah, 1990 :Abdelfattah, A. (1990). "La date et le palmier dattier." Ed Dar El-Talae, Caire.

AFNOR,1972 : AFNOR (1972). Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. AFNOR, 325p.

AFNOR,1982 : AFNOR. 1982. Recueil de Normes Françaises des produits dérivés des fruits et légumes et Jus de fruits. Ed. AFNOR. p 1-325.

AFNOR, 1970 : AFNOR (1970). Mesure de pH. Normes françaises relatives aux produits de l'agriculture et aux Produits dérivés des fruits et des légumes. FV05-108.

Al-Farsi et Lee, 2008 : Al-Farsi, M. A. et C. Y. Lee (2008). "Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds." *Food chemistry* **108** (3): 977-985.

Al-Hooti et al.,2002:Al-Hooti, S. N., J. S. Sidhu, et al. (2002). "Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment." *Food chemistry* **79**(2): 215-220.

Al-Khateeb,2008:Al-Khateeb, A. (2008). "Enhancing the growth of date palm (Phoenix Dactylifera) in vitro tissue by adding date syrup to the culture medium." *Scientific Journal of King Faisal University* **9**(1): 71-85.

Alanazi, 2010: Alanazi, F. K. (2010). "Utilization of date syrup as a tablet binder, comparative study." *Saudi Pharmaceutical Journal* **18**(2): 81-89.

Assirey,2015: Assirey, E. A. R. (2015). "Nutritional composition of fruit of 10 date palm (Phoenix dactylifera L.) cultivars grown in Saudi Arabia." *Journal of Taibah University for science* **9**(1): 75-79.

Atmani et al.,2009 :Atmani, D., N. Chaher, et al. (2009). "Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants." *Food chemistry* **112**(2): 303-309.

Références Bibliographiques

Abbès et al .,2013 :Kchaou, W., Blecker, C., Ongena, M., Lognay, G., Attia, H., & Besbes, S. (2013). Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup. *Industrial crops and products*, 44, 634-642.

Al-Farsi, 2007:Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., & Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food chemistry*, 104(3), 943-947.

Achat,2013 : (2013). Polyphénols de l'alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Avignon.

Addinsoft, 2013: XLSTAT-Statistical Analysis tool, available at www.xlstat.com

B

Balkissa S, I et al 2023, Docteur Balkissa Seyni Issa et Ozairou Talata (RECA), Aichatou Koundou Boukar, Aoudi Moussa Bassirou et Abdelmajid Ali Dandakoye (Projet Nariindu/ Karkara) . Fiche technique sur la transformation du lait local en yaourt brassé/ Réseau National des Chambres d’Agriculture du Niger. 01 décembre 2023.

Barreveld, W. (1993). "Date Palm Products. Chapter 5: Palm Products (Excluding Dates). Produced by: Agric. and Consumer Protection FAO Agric." *Services Bulletin*(101).

Béal, C. and I. Sodini (2003). "Fabrication des yaourts et des laits fermentés." *Techniques de l'Ingénieur. Agroalimentaire (France)*(6315).

Béal, C. and S. Helinck (2019). *Fabrication des yaourts et des laits fermentés*.

Bellat, J., J. Dasque, et al. (2017). "Livre blanc de la Chataigne Européenne, Assemblée des Régions Européennes Fruitières, Légumières et Horticoles.

Belguedj et al . , 2015 :Belguedj, N., Bassi, N., Fadlaoui, S., & Agli, A. (2015). Contribution à l’industrialisation par l’amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson locale à base de datte (Rob). *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(7), 818-829.

BEN SALAH et HELLALI ,2003 : BEN SALAH M.,et HELLALI R., 2003-Composition chimique des fruits de 15 cultivars Tunisiens de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). *Tunis*, Issue No.148, pp : 19-25

Références Bibliographiques

Benchabane, 2007 : Benchabane, A. (2007). Composition biochimique de la datte (Deglet-nour), INA.

Benyagoub et al ., 2011 : Benyagoub, E., N. Boulenouar, et al. (2011). "Palmier dattier et ethnonutrition au sud ouest Algérien: Analyse d'extrait de datte «Robb»." PhytoChem BioSub Journal 5(1): 30-37.

Besbes et al.,2006 :Besbes, S., S. Cheikh-rouhou, et al. (2006). "Voies de valorisation des pulpes de dattes." MHA (Sousse) 18(52): 3-7.

Boizot, N. and J.-P. Charpentier (2006). "Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier." Le Cahier des Techniques de l'INRA, In: Numéro spécial: 79-82.

Booij et al.,1992 : Booij, I., G. Piombo, et al. (1992). "Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.)."

Borges et al.,2008 :Borges, O., B. Gonçalves, et al. (2008). "Nutritional quality of chestnut (Castanea sativa Mill.) cultivars from Portugal." Food chemistry 106(3): 976-984.

Boudries et al.,2007 : Boudries, H., P. Kefalas, et al. (2007). "Carotenoid composition of Algerian date varieties (Phoenix dactylifera) at different edible maturation stages." Food chemistry 101 (4): 1372-1377.

Bouguedoura et al.,2017 : Bouguedoura, N., A. Benkhalifa, et al. (2017). "Le palmier dattier en Algérie." Biotechnologies du palmier dattier: 15.

Boulanouar et al ., 2017:Boulanouar A, Kadi H, Makhloufi A, Benlarbi L, Rached S , Benbrahim S, Gouassmia S.(2017)Variability of the physicochemical composition between unscathed and dates infested by the moth Ectomyelois ceratoniae Zeller. Applied Biology in Saharan Areas Vol. 1, N. 1, p. 1-7

Bourlioux et al.,2011 :Bourlioux, P., V. Braesco, et al. (2011). "Yaourts et autres laits fermentés." Cahiers de Nutrition et de Diététique 46(6): 305-314.

Boussaid et al ., 2020 : Bouallala, M., Aguedal, H., Iddou, A., & Bouras, N. (2020). Aperçu sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques de trois sirops de dattes (Rob) élaborés traditionnellement dans la région d'Adrar (Algérie). Int J Nat Resour Env, 2(1), 14-20.

Références Bibliographiques

C

Chao, C. T. et R. R. Krueger (2007). "The date palm (Phoenix dactylifera L.): overview of biology, uses, and cultivation." HortScience **42**(5): 1077-1082.

Châtaigner, J.-M. (2014). Fragilités et résilience: les nouvelles frontières de la mondialisation, KARTHALA Editions.

Cheikhi et al., 2019 :Cheikhi, M. Bouallala, W, Boufeldja, A. Iddou¹. 30-38 African Review of Science, Technology and Development V 04. N.01/January 2019

Chniti et al., 2012 : Chniti, S., Z. Benrjeb, et al. (2012). Influence de la nature de la source d'azote sur la production de bioéthanol à partir de déchets de dattes par saccharomyces cerevisiae. 2ème Colloque International Sur l'Énergie CIE.

Ciqual, T. (2016). "French food composition table." Maisons-Alfort (France): French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety.

Conedera et al., 2004 :Conedera, M., M. Jermini, et al. (2004). "Harvest, treatment and conservation of chestnuts."

Conedera et al., 2004 : Conedera, M., M. Jermini, et al. (2004). Récolte, traitement et conservation des châtaignes, Eidg. Forschungsanstalt WSL.

Cevriye et Ümran, 2017 : Cevriye M., Ümran E. 2017. Chemical compositions and sugar profiles of consumed chestnut cultivars in the marmara. Article. université bursa.turkey. pp1842-4309.

Chaira et al., 2009 :Chaira N., Smaali M. I., Martinez-Tomé M., Mrabet A., Murcia M. A. and Ferchichi A., Simple phenolic composition, flavonoid contents and antioxidant capacities in water-methanol extracts of Tunisian common date cultivars (Phoenix dactylifera L.). Inter. J. Food Sci. Nutr. **60** (2009) 316–329

Chibane H (2007) Some physicochemical and morphological characteristics of three varieties of Algerian common dates. European Journal of Scientific Research **18** (1): 134-140.

D

Dong et al., 2020 : Dong, X.-d., Y.-y. Feng, et al. (2020). "A novel polysaccharide from Castanea mollissima Blume: Preparation, characteristics and antitumor activities in vitro and in vivo." Carbohydrate polymers **240**: 116323.

Références Bibliographiques

Djafri et al ., 2021 : Djafri, K., Khemissat, E., Bergouia, M., Hafouda, S., & expérimentale de Touggourt, I. S. (2021). Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop. *Recherche Agronomique*, 19(1), 97-114.

E

El-arem et al ., 2011 :Flamini ,G., Saafi, E. B., Issaoui, M., Zayen N., Ferchichi A., Hammami M., Helal A N., Achour L. (2011). Chemical and aroma volatile composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit at three maturation stages. *Food Chemistry*, 127, 1744-1754.

F

Facklam, R. (2002). "What happened to the streptococci: overview of taxonomic and nomenclature changes." *Clinical microbiology reviews* 15(4): 613-630.

Fisberg, M. et R. Machado (2015). "History of yogurt and current patterns of consumption." *Nutrition reviews* 73(suppl_1): 4-7.

Fontaine et al.,2002 :Fontaine, E., D. Barnoud, et al. (2002). "Place des anti-oxydants dans la nutrition du patient septique." *Réanimation* 11(6): 411-420.

G

Ghafar et al.,2010 :Ghafar, M., K. N. Prasad, et al. (2010). "Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citrus species." *African Journal of Biotechnology* 9(3).

Gasmalla et al .,2013: Gasmalla, M. A. A., Khadir, K. E., Musa13, A., & Zhao, W. A. W. (2013). Evaluation of some physicochemical parameters of three commercial milk products. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 23(2), 62-65.

H

Harrak, H. et M. Boujnah (2012). Valorisation technologique des dattes au Maroc, INRA édition.

Houssni-et-al-2022, Pratiques traditionnelles et valorisation des dattes par des produits de terroir: Cas du sirop de dattes dans les oasis du Sud du Maroc

Références Bibliographiques

Hussain et al.,2020:Hussain, M. I., M. Farooq, et al. (2020). "Nutritional and biological characteristics of the date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.)—A review." *Food Bioscience* **34**: 100509.

I

Icer et al., 2023 :Icer, M. A., Özbay, S., Ağagündüz, D., Kelle, B., Bartkiene, E., Rocha, J. M. F., & Ozogul, F. (2023). The impacts of acidophilic lactic acid Bacteria on food and human health: a review of the current knowledge. *Foods*, *12*(15), 2965.

ISO 6059:1984. Water quality -- Determination of the sum of calcium and magnesium -- EDTA titrimetric method. 1st edition, International Organization for Standardization, Geneva, 1984, 9 pages.

ISO 9963:1994. Water quality -- Determination of alkalinity -- Titrimetric method. 1st edition, International Organization for Standardization, Geneva, 1994, 5 pages.

ISO 9297:1989 - Qualité de l'eau - Dosage des chlorures - Méthode au nitrate d'argent avec indicateur de chromate (méthode de Mohr). Détermination de l'alcalinité totale et composite. Organisation internationale de normalisation

ISO 7888:1985. (1985, mai). Qualité de l'eau - Détermination de la conductivité électrique.

Organisation internationale de normalisation.

ISO 15213.2003 : Microbiologie des aliments -- Méthode horizontale pour le dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs* -- Technique par comptage des colonies. 1ère édition. Genève : Organisation internationale de normalisation (ISO), 2003.

J

JORA n° 06, 2021 : JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 06, 24 janvier 2021. P 21.22

K

Kocaa et al .,2018 : Kocaa I., Yilmaz VA., TekgulerB. 2018. A gluten-free food: Tarhana with chestnut. *International Society for Horticultural Science* Article number 1220_27 Pages 195-202.

Kajal et al .,2012 : Kajal, M. F. I., Wadud, A., Islam, M. N., & Sarma, P. K. (2012). Evaluation of some chemical parameters of powder milk available in Mymensingh town. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, *10*(1), 95-100.

Références Bibliographiques

L

Lachman et al., 2010: M. Orsák, et al. (2010). "Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys." *LWT-Food science and Technology* **43**(1): 52-58.

Laouar et al .,2021 : Laouar, A., Benbelkhir, A., Baida, W., Rouissat, L., & Benyagoub, E. (2021). Valorization of Algerian Semi-Soft Date and Traditional Preparation of Date Syrup: Physicochemical and Biochemical Properties. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 4(2), 32-36.

Laouar et al .,2019 :Laouar A., Makhloufi A.and Makhloufi K. (2019) - Microbiological and Physicochemical attributes of two dates Cultivars Hmira and Feggous in Abdela,Bechar Oasis, South-WestofAlgeria.*South Asian Exp Biol.* 9(5):207-213.

Li et al .,2016 :Li, Q., Shi, X., Zhao, Q., Cui, Y., Ouyang, J., & Xu, F. (2016). Effect of cooking methods on nutritional quality and volatile compounds of Chinese chestnut (*Castanea mollissima* Blume). *Food Chemistry*, 201, 80-86.

Lecerf, J.-M. (2020). "Particularités et bienfaits des yaourts." *Médecine des Maladies Métaboliques* **14**(8): 699-705.

M

Maatallah, S. (1970). Contribution à la valorisation des dattes (Doctoral dissertation, Thèse d'ingénieur. INA-El-harrach, Algérie).

MIHOUBI, M. (2019). Formulation et caractérisation d'un yaourt supplémenté de la poudre de graines de lin.

Munier et al.,1973:Munier, P., A. Vilardebo, et al. (1973). "Le palmier-dattier."

Menasra A., Fahloul D. et Haddad D. 2018.Influence of fermentation and germination treatments on physicochemical and functional properties of acorn flour. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 24 :7193726.

N

Norme ISO 4832-1991 (F) (Directive générale pour le dénombrement des coliformes Méthodes par comptage de colonies)

Norme: ISO 7934: 1988 (Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures Méthode par comptage de colonies à 25°C)

Références Bibliographiques

Norme: 150: 4833: 1991 (F) (Directives générales pour le dénombrement des micro-organismes à 30°C)

Norme: ISO: 6579-2001 (Méthode horizontale pour la recherche des salmonella spp)

Norme: iSO15214: 1998: Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles)

Norme ISO 4831: 1991 (Directives générales pour le dénombrement des coliformes- Technique du nombre le plus probable).

Norme: ISO 7934: 1988 (Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures Méthode par comptage de colonies à 25°C)

Norme: ISO: 6579-2001 (Méthode horizontale pour la recherche des salmonella spp)

Norme: iSO15214: 1998: Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles)

O

Ouhejjou B., 2010. Diagnostic des programmes préalables et évaluation de la qualité de la confiture de dattes produite par la coopérative Zrigat à Errachidia. Mémoire, IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 142 p.

P

Perez, P. F., G. L. de Antoni, et al. (1991). "Formate production by Streptococcus thermophilus cultures." Journal of dairy science 74(9): 2850-2854.

R

Rabhi, K. and M. Messaoudene (2018). "Chestnut dendroecology (Castanea sativa Mill.) for its extension in Akfadou (Tizi Ouzou, Algeria)." Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology. CIRS (17): 3394-3401.

Rambabu et al ., 2020 :K. Rambabu, G. Bharath, A. Hai, F. Banat, S.W. Hasan, H. Taher,H.F. Mohd Zaid. Nutritional quality and physico-chemical characteristics of selected date fruit varieties of the United Arab Emirates. Processes 2020, 8(3): 256.

Rezak , 2024 :Cours Hydro-Bromatologie ,5eme Année Pharmacie , Analyse physique-chimique des eaux destinées à la consommation humaine :2023-2024

Références Bibliographiques

RODIER J. (1992). Analyse de l'eau naturelle. Eaux résiduaires. Eau de mer. Tome 1. Ed. Dunod, 7ème Ed., Paris : 23 – 47.

S

Sedra, M. H. (2003). Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc: techniques phoénicoles et création d'oasis, INRA Editions.

Singleton, V. L. and J. A. Rossi (1965). "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents." *American journal of Enology and Viticulture* 16(3): 144-158.

Soobrattee, M. A., V. S. Neergheen, et al. (2005). "Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions." *Mutation Research/Fundamental and Molecular mechanisms of mutagenesis* 579 (1-2): 200-213.

Socceanu, A., Popescu, V., & Dobrinas, S. (2015). Physico-chemical characterisation of some samples of fresh milk and milk powder. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 26(2), 57-60.

Singla, R. K., Dubey, A. K., Garg, A., Sharma, R. K., Fiorino, M., Ameen, S. M., ... & Al-Hiary, M. (2019). Natural polyphenols: Chemical classification, definition of classes, subcategories, and structures. *Journal of AOAC International*, 102(5), 1397-1400.

T

Tang, Z. X., L. E. Shi, et al. (2013). "Date fruit: chemical composition, nutritional and medicinal values, products." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(10): 2351-2361.

Tajini, F., Bouali, Y., & Ouerghui, A. (2020). Etude de la qualité nutritionnelle de fruit de *Phoenix dactylifera* L.: mesure des paramètres biochimiques. *Revue Nature et Technologie*, 12(02), 39-49.

Taouda H., Chabir R., Errachidi F. and Aarab L. (2014), Comparison of antioxidant activities and phenolic content of Moroccan Date fruits, *Inter. J. Inn. Res. Sci. Eng. Tech.* 3 (9):141-146.

W

Références Bibliographiques

Wani, I. A., H. Hamid, et al. (2017). "Physico-chemical, rheological and antioxidant properties of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) as affected by pan and microwave roasting." *Journal of Advanced Research* 8(4): 399-405.

Wei Z. et Shiow Y. W. 2001. Antioxdant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural Food Chemistry*: 49 (11): 5165-5170.

X

Xing, Y., Y. Liu, et al. (2019). "Hybrid de novo genome assembly of Chinese chestnut (*Castanea mollissima*)."
Gigascience 8(9): giz112.

Z

Z. Touily, A. Belloula. 2002 . Valorisation du sirop de dattes dans la fabrication des boissons gazeuses. Mémoire d'ingénieur en contrôle de qualité des aliments. Centre Universitaire Mustapha Stambouli de Mascara (Algérie).

Zainoldin, K. and A. Baba (2009). "The effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt." *World Academy of Science, Engineering and Technology* 60(3): 361-366.

Zhao, S., J. Y. Liu, et al. (2011). "Antioxidant potential of polyphenols and tannins from burs of *Castanea mollissima* Blume." *Molecules* 16(10): 8590-8600.

Zourari, A. and M. Desmazeaud (1991). "Caracteristiques de bacteries lactiques thermophiles isolees de yaourts artisanaux grecs. 2. Souches de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* et cultures mixtes avec *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*."

Références Bibliographiques

Annexes

Annexe I
UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA
-BEJAIA-

QUESTIONNAIRE D'ANALYSE SENSORIELLE D'UN YAOURT BRASSÉ (PANEL EXPERT)

Date :/...../.....

Sexe :

Age :

Dans l'objectif de réaliser une caractérisation sensorielle d'un pot de yaourt brassé, Trois (03) échantillons codés **012**, **290** et **043** vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en attribuant une note allant de 1 à 5 selon l'échelle présentée ci-dessous :

NB : veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon

1-LA COULEUR

- Quelle est votre impression de la couleur du yaourt ?

1. Blanc
2. Marron moyennement intense
3. Beige
4. Marron faiblement intense
5. Marron foncé

Echantillon	012	290	043
Note			

2- L'ODEUR

- À quel point l'odeur est-elle prononcée ?

1. Absent
2. Faible
3. Moyenne
4. Fort
5. Très fort

Echantillon	012	290	043
Note			

3- L'INTENSITÉ DE L'ARÔME (sensation en bouche)

- Comment trouvez-vous l'arôme de ce produit ?

1. Absent
2. Faible
3. Moyenne
4. Fort
5. Très fort

Echantillon	012	290	043
Note			

4- ARÔME IDENTIFIÉ

- Pouvez-vous identifier l'arôme de ce produit ?

1. Absent
2. Dattes
3. Châtaigne, sirop de dattes, dattes
4. Non identifié
5. Sirop de dattes
6. Châtaigne

Echantillon	012	290	043
Note			

5- LA SUCROSITÉ

- Quelle est votre impression générale de la sucrosité de ce yaourt ?

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Fort
5. Très fort

Echantillon	012	290	043
Note			

6- L'ACIDITÉ

- Comment trouvez-vous l'acidité de ce pot ?

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

Echantillon	012	290	043
Note			

7- LA QUANTITÉ DE FRUITS

- Sur une échelle de 1 à 5, évaluez la quantité de fruits dans ce yaourt

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

Echantillon	012	290	043
Note			

8- TEXTURE

- Comment trouvez-vous la texture de ce pot ?

1. Très granuleuse
2. Granuleuse
3. Peu granuleuse
4. Lisse
5. Très lisse

Echantillon	012	290	043
Note			

9- CONSISTANCE

- Comment évaluez-vous la consistance générale de ce yaourt ?

1. Liquide
2. Assez onctueux
3. Onctueux
4. Ferme
5. Trop ferme

Echantillon	012	290	043
Note			

10- PRÉFÉRENCE

Attribuer une note allant de 1 à 9 à chaque échantillon selon votre préférence sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 9 au plus préféré. Comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

1. Extrêmement désagréable
2. Très désagréable
3. Désagréable
4. Assez désagréable
5. Ni agréable ni désagréable
6. Assez agréable
7. Agréable
8. Très agréable
9. Extrêmement agréable

Echantillon	012	290	043
Note			

- ❖ Avis personnel:

.....
.....

Annexe II

Présentation de l'entreprise :

La laiterie Soummam a été fondée en 1993 par la famille Hamitouche, dans la wilaya de Béjaïa, exactement à Akbou. Elle est actuellement dirigée par Lounis Hamitouche, qui occupe le poste de Président-directeur général.

Depuis sa date de fondation, la Laiterie Soummam n'a jamais failli en concrétisation d'objectifs de développement, d'innovation et de formation de personnel. Le virage décisif a été observé à compter de l'an 2000, traduit par le déménagement de la Laiterie Soummam vers un nouveau site de production, et renforcé par l'investissement qu'elle a consenti en équipements modernes répondant aux standards internationaux en conception, hygiène et productivité. En moyens humains, la Laiterie Soummam emploie 2 000 salariés.

La Laiterie Soummam, s'appuie pour commercialiser ses produits, sur un réseau de distribution nationale. Celui-ci est constitué de « 80 grands distributeurs agréés, conventionnés, distribuant exclusivement les produits Soummam, 400 petits et moyens distributeurs '' indépendants '' dont la majorité commercialise exclusivement la gamme Soummam, 6 établissements régionaux de vente gérés par l'entreprise elle-même. »,

Unité de production :

La Laiterie Soummam, a attribué plus de 1 200 camions frigorifiques et 110 chambres froides à son réseau de distribution. La force de la Laiterie Soummam réside également dans sa contribution, qualitative et quantitative, au développement de la filière lait.

La production :

La Laiterie Soummam, dispose d'une capacité de production installée de l'ordre de 900 000 tonnes par an, mais ne produit et commercialise que 600 000 tonnes par an.

La Laiterie Soummam produit et commercialise du lait UHT (nature et aromatisé), des yaourts (en pots et en bouteilles), des fromages frais (nature et aromatisés), des spécialités laitières et autres desserts lactés. Elle recèle une riche gamme de 182 références de produits, englobant des variétés d'emballages (pot, bouteille, boîte, tétrapack) et de conditionnements (100g, 120g, 240g, 360g, 70g, 90g, 1L, 170 g, 100 ml ...), et d'arômes et de fruits.

La qualité des produits a valu à la Laiterie Soummam la place de leader incontesté dans la production et la commercialisation des produits laitiers, ou elle détient 48% de part de marché national. Mais aussi, la possibilité d'exporter ses produits vers la Libye, le Qatar, la Mauritanie et Oman.

Résumé

Ce travail vise la valorisation des fruits (dattes et châtaigne) par la formulation d'un yaourt brassé enrichi par ces derniers et sirop de dattes. Une caractérisation physico-chimique et phytochimique de préparation de fruits (dattes, sirop de dattes et châtaigne) a été mise en œuvre en étudiant les paramètres suivants : humidité (10.45%,36.64%,55.01%), pH (5.14,4.24,5.87), taux de cendres (1.71%,1.82%, 0,81%), teneur en polyphénols totaux (6.92,47.78,11.89mg EAG/100g MS), respectivement. La préparation des yaourts enrichis a été réalisée à l'échelle de la laiterie SOUMMAM en respectant un diagramme de fabrication d'un yaourt standard avec l'ajout de préparation de fruits (10%). Les analyses réalisées pour le yaourt enrichi ont donné les résultats suivants : pH (4,13), acidité (78°D), EST (23.77%%), Brix(17.5°), polyphénols totaux (0,19 mg EAG/100 g MS) et flavonoïdes (0,0001 mg EQ/100 g MS). Les analyses microbiologiques (coliformes totaux et fécaux, les levures et moisissures) sont conformes aux normes de l'entreprise. L'analyse sensorielle a montré que le degré d'appréciation du yaourt enrichi est entre 80 à 100%.

Mots-clés : Yaourt ; Dattes ; Châtaigne ; Sirop de dattes ; Qualité microbiologique ; Qualité physico-chimique ; Qualité sensorielle.

Abstract

The aim of this work is to enhance the value of fruit (dates and chestnuts) by formulating a stirred yoghurt enriched with them and date syrup. A physico-chemical and phytochemical characterization of fruit preparations (dates, date syrup and chestnut) was carried out by studying the following parameters: moisture (10.45%,36.64%,55.01%), pH (5.14,4.24,5.87), ash content (1.71%,1.82%, 0.81%), total polyphenol content (6.92,47.78,11.89mg EAG/100g MS), respectively. The enriched yoghurts were prepared at the SOUMMAM dairy scale according to a standard yoghurt production diagram, with the addition of fruit preparation (10%). Analyses carried out for the enriched yogurt gave the following results: pH (4.13), acidity (78°D), EST (23.77%%), Brix(17.5°) total polyphenols (0.19 mg EAG/100 g MS) and flavonoids (0.0001 mg EQ/100 g MS). Microbiological analyses (total and faecal coliforms, yeasts and moulds) were in line with company standards. Sensory analysis showed that the degree of appreciation of the enriched yoghurt was between 80 and 100%.

Key words: Yogurt; Dates; Chestnut; Date syrup; Microbiological quality; Physico-chemical quality; Sensory quality.