

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 : Production Et Transformation Laitière



Réf:.....

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

MASTER

Thème

Élaboration d'un produit laitier à valeur ajoutée

Présenté par :

BENDIF TINHINANE & CHEKAL DJEDDJIGA

Soutenu le : **17/09/2025**

Devant le jury composé de :

Mme MERZOUK H

MCA

Présidente

Mme ACHAT S

Professeur

Promotrice

Mme SMAIL L

MCB

Examinatrice

Mlle DJENAD F

Doctorante

Co-promotrice

Année universitaire : 2024 / 2025



Remerciements

Au nom d'**Allah**, le plus grand des mercis lui revient de nous avoir accordé le courage, la patience et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail, sans sa guidance et ses bénédictions, la réalisation de ce projet n'aurait pas été possible.

Au terme de la réalisation de ce travail, on tient à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice **Mme ACHAT. S** pour son encadrement qui nous a permis de mener à terme ce projet de mémoire.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à Madame **SMAIL** et Madame **MERZOUK**,

d'avoir accepté d'être parmi le jury de notre soutenance et d'examiner notre travail.

Un merci spécial pour la doctorante **Djenad FATIMA**. Pour sa présence, son aide, ses conseils et sa contribution à la réussite de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à monsieur **BOUCHELOUA FAROUK** , notre encadrant à l'entreprise « **CANDIA** » ainsi qu'à monsieur **RACHID** et monsieur **zahir, KAMEL, YACINE** pour leur accompagnement professionnel et leur confiance durant notre stage. ainsi que tous les contrôleurs pour leur aide précieuse, leur présence, et leur professionnalisme durant ma période de stage.



Ce que **Dieu** veut pour toi est toujours meilleur que ce que toi tu veux pour toi-même.

Louange à **Dieu**, le tout-puissant, pour sa miséricorde, sa sagesse et son soutien constant tout au long
de mon parcours.

Je dédie ce travail, avant tout, à mes parents, les piliers de mon existence.

A **mon Père KAMEL**, source de force et de sagesse exemple de droiture et de force silencieuse, dont le
soutien moral et les sacrifices m'ont donné la stabilité nécessaire pour avancer sereinement.

A **ma Mère**, mon pilier, mon refuge, ma source inépuisable d'amour et de tendresse, dont les prières,
les encouragements et la foi en moi ont été ma plus grande force.

Rien de tout cela n'aurait été possible sans eux.

A mes sœurs **HANANE, LAMIA, AMEL**, et à mon frère **AIMAD**, pour leur soutien, leur tendresse et leur
présence essentielle dans ma vie, ainsi qu'à mes chers neveux **SMAIL** et **SALASS** qui répondent la joie
dans ma vie.

A ma chère **DEHIA**, à sa douce **MAMAN**, ainsi qu'à toute cette famille formidable **KENZA, MASSI**.

Merci du fond du cœur pour vos encouragements, votre aide et tout l'amour que vous m'avez
témoigné. Vous avez été pour moi une source précieuse de force et de réconfort

A mes amies précieuses : **RANIA, RANDA, DJIDA, NASSIMA** et, merci pour vos encouragements, votre
bienveillance et votre amitié fidèle.

A mes chères copines **SELMA** et **MINA**, pour leur écoute, leur complicité et leur présence constante.

Enfin, à **Fatima**, la doctorante, pour son aide précieuse et sa bienveillance.

TINHINANE



Dédicace

Avant tout, je rends grâce à Dieu Tout-Puissant, qui m'a donné la force, la patience et la persévérance
pour accomplir ce travail.

Je dédie ce mémoire à ma chère **maman**, qui nous a quittés mais qui reste éternellement vivante dans
mon cœur et mes prières.

À mon père **Yahia**, mon pilier, mon repère et ma fierté.

À mes sœurs **Yasmina**, **Lina** et **Lilia**, et à mes frères **Lounis** et **Branis**, qui m'ont entourée d'affection.

A mes nièces **irina** et **imane**, mes neveux **aksel**, **islem** avec tout mon amour

À mon fiancé **Nabil**, pour sa patience, son amour et son encouragement.

À ma précieuse amie **Chahinez**, pour son soutien, et son amour

A mes copines **fariza**, **celia**, **kaissa**, **liticia** pour leur écoute, leur complicité et leur présence constante

Enfin, à **Fatima**, la doctorante, pour son aide précieuse et sa bienveillance.

À vous tous, je vous adresse mon amour, ma gratitude et ma reconnaissance infinie. Pour leur écoute,
leur complicité et leur présence constante.

djeddjiga

Sommaire

Liste des abreviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 01

CHAPITRE I : Synthèse Bibliographique

I.1.Produits UHT 02

I.2.Crèmes végétales 03

I.2.1.Composition de la crème végétale..... 03

I.2.2.Classification des crèmes végétales 04

I.2.3.Procédé de fabrication des crèmes végétales..... 06

I.3.Préparation culinaire végétale..... 06

I.3.1.Composition..... 07

I.3.2.Matières premières 07

I.3.2.1.Poudre du lait..... 07

I.3.2.2.Eau de process..... 08

I.3.2.3.Matière grasse végétale..... 08

I.3.3.Procédé de fabrication..... 09

I.4.Huile essentielle de lentisque 10

I.4.1.Lentisque 10

I.4.2.Huile essentielle..... 11

I.4.2.1.Composition chimique..... 11

I.4.2.2. Activité antimicrobienne..... 12

I.4.2.3.Activité antioxydante 12

CHAPITRE II : Matériel et Méthodes

II.1.Objectif du travail 14

II.2.Plan d'échantillonnage..... 16

II.3.Analyses physicochimiques..... 17

II.3.1.Matières Premières..... 18

I.3.1.1.Poudre de lait..... 18

II.3.1.2.Eau de process..... 20

II.3.1.3.Matière grasse végétale.....	21
II.3.1.Produits semi-finis et fini.....	22
II.4.Activité antioxydante de la préparation culinaire	24
II.4.1.Extraction des composés antioxydants.....	24
II.4.2.Piégeage des radicaux DPPH.....	24
II.4.3.Chélation des ions ferreux	24
II.5.Analyse microbiologique.....	25
II.5.1.Matières premières.....	25
II.5.1.1.Poudre de lait	25
II.5.1.2.Matières grasse végétale.....	26
II.5.1.3.Eau de process.....	27
II.5.1.4.Dénombrement de la Flore totale aérobie mésophile	28
II.6.Evaluation sensorielle	30

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1.Résultats des Analyses physicochimiques.....	32
III.1.1.Matière première.....	32
III.1.1.1.Poudre de lait.....	32
III.1.1.2.Eau de process.....	34
III.1.1.3.Matière grasse végétale.....	35
III.1.2.Produit semi fini et fini (avec ou sans huile essentielle).....	35
III.1.2.1.Potentiel hydrogène (pH).....	36
III.1.2.2.Matière grasse.....	37
III.1.2.3.Protéines.....	37
III.1.2.4.Extrait sec total (EST).....	37
III.1.2.5.Densité.....	38
III.1.3.Test de stabilité.....	38
III.2.Activité antioxydante.....	39
III.2.1.Piégeage des radicaux DPPH.....	39
III.2.2.Chélation des ions ferreux.....	40
III.3.Résultats des Analyses microbiologiques.....	41
III.3.1.Matière première.....	41
III.3.1.1.Poudre de lait.....	41
III.3.1.2.Eau de process.....	42

III.3.1.3.Matière grasse végétale.....	42
III.3.2.Produit fini.....	43
III.3.2.1.Par la méthode classique	43
III.3.2.2.Par la cytométrie.....	43
IV.4.Résultats des Analyses sensorielles.....	44
IV.4.1.Caractérisation du produit.....	44
IV.4.2.Cartographie externe de préférence (PREFMAP).....	47
Conclusion	50

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

ACP	Analyse en Composantes Principales
AFNOR	Association Française De Normalisation
BCPL	Bouillon lactosé au Brome CresolPurple
CA	Crème Analogue
CAH	Classification Ascendante Hiérarchique
CF	Conditionnement «CF A COMBIBLOC»
Cl⁻	Ion Chlore
DPD	Diéthyl-p-phynylénediamine
DPPH	2.2-diphényl-1-picrylhydrazyl
CODEX	Code alimentaire
EDTA	Acide Ethylène-Diamine Tétra Acétique
ESD	Extrait Sec Total
FTAM	Flore Total Aérobie Mésophile
HE	Huile Essentielle
IP	Indice de peroxyde
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
JORA	Journal officiel de la République Algérienne
MGL	Matière Grasse Végétale
MG	Matière Grasse
MP	Matière Protéique
NET	Noire Eriochrome T
NPP	Nombre Le Plus Probable
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCA	Plat Count Agar
PDL	Poudre De Lait
Pref Map	Préférence Mapping
TH	Titre Hydrotimétrique
TR	Tank de Reconstitution
UHT	Ultra Haut Température
UFC	Unité Formant Colonie
VF	Viande Foie
VRBG	Violet Red Bille Glucose
VRBL	Violet Red Bille Lactose

Liste des tableaux

Tableau I	Avantages et Inconvénients de la Stérilisation UHT	02
Tableau II	Ingrédients typiquement utilisés dans une crème analogue	04
Tableau III	Classification des crèmes selon la teneur en matière grasse	04
Tableau IV	Les valeurs nutritionnelles pour 100 ml de la Préparation culinaire «MAITRE »	07
Tableau V	Composition des catégories de laits en poudre	08
Tableau VI	Différents tests physico-chimiques réalisés sur les matières premières et les produits semi-fini et fini	17
Tableau VII	Germes recherchés dans les matières premières et produit fini	25
Tableau VIII	Résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les deux types de poudre de lait (0 % et 26 %)	32
Tableau IX	Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process	34
Tableau X	Résultats des analyses physico-chimiques des produits semi-finis et finis avec ou sans huile essentielle de lentisque.	36
Tableau XI	Résultats du test d'étuvage pour le contrôle de stabilité du produit fini.	38
Tableau XII	Résultats d'activité antioxydant	40
Tableau XIII	Résultats des analyses microbiologiques de la matière première	41
Tableau XIV	Résultats des analyses microbiologiques du produit fini obtenus par cryométrie en flux	43
Tableau XV	Moyennes ajustées par produit (préparation culinaire).	46

Liste des figures

Figure 1	Processus de fabrication des crèmes végétales	06
Figure 2	Image du lentisque avec ses feuilles et ses fruits.	10
Figure 3	Diagramme de fabrication de la préparation culinaire	15
Figure 4	Pouvoir discriminant par descripteur pour la préparation culinaire	45
Figure 5	Coefficients des modèles de la préparation culinaire	45
Figure 6	Corrélation entre les variables sensorielles et les facteurs de la préparation culinaire	47
Figure 7	Profil des classes créées des échantillons A et B	48
Figure 8	Carte de préférence des deux échantillons	49

Introduction

Avec l'augmentation démographique et la croissance de la population, les besoins alimentaires de l'Homme s'accroissent et évoluent avec le développement industriel et la diversification des produits. Les produits laitiers et leurs dérivés occupent une place essentielle dans l'alimentation humaine en raison de leurs multiples bienfaits nutritionnels. Parmi ces produits, la crème se distingue par sa richesse en matière grasse, qui doit contenir au minimum 30 % de matière grasse laitière (**Corzo et al., 1996 ; GEM RCN, 2009**).

En 2018, l'entreprise agroalimentaire Tchou-Lait CANDIA a lancé une alternative innovante à la crème fraîche traditionnelle : la préparation culinaire *Le « Maître Cuisinier »*. Élaborée à base de matières grasses végétales, de poudre de lait écrémé et de protéines laitières, elle se distingue par sa texture onctueuse et son goût raffiné. Conçue pour répondre aux attentes des consommateurs attentifs à leur santé, cette préparation permet de réaliser facilement des sauces crémeuses et des potages veloutés, alliant légèreté et gourmandise.

La qualité des crèmes culinaires dépend de plusieurs paramètres, notamment leur teneur en matière grasse, leur stabilité à la cuisson ainsi que leur aptitude à émulsionner et à s'associer à d'autres ingrédients. Des recherches récentes mettent en évidence le rôle déterminant de la composition en acides gras et en protéines dans la texture et les performances culinaires de ces produits (**Lorenzo et al., 2020 ; Tárrega et al., 2021**). Les crèmes UHT, par exemple, sont très appréciées pour leur longue durée de conservation et leur aptitude à conserver une texture stable lors de leur utilisation dans différentes préparations culinaires (**Caillet et al., 2020**).

À l'échelle mondiale, les consommateurs exigent des produits laitiers de haute qualité, conformes aux normes d'hygiène et de sécurité. Face aux inquiétudes liées aux additifs chimiques et conservateurs, ils se tournent de plus en plus vers des alternatives naturelles, notamment les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles (HE). Ces substances constituent une source riche en composés biologiquement actifs, tels que les phénols et les terpénoïdes, reconnus pour leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (**El-Sayed & El-Sayed, 2021**). Les huiles essentielles sont utilisées depuis l'Antiquité comme agents aromatisants dans l'alimentation et trouvent également des applications en médecine. Dans l'industrie alimentaire, elles servent à prolonger la durée de conservation des produits tout en améliorant leurs caractéristiques organoleptiques (**Mehdizadeh et al., 2019**).

I.1. Produits UHT

UHT est l'abréviation de Ultra Haute Température. Il s'agit d'une technique de conservation des aliments liquides par exposition à un chauffage bref et intense, généralement entre 135 et 140 °C. Permettant de détruire les micro-organismes qui, autrement, altéreraient les produits. Le traitement UHT est un procédé continu, réalisé en circuit fermé, qui empêche la contamination du produit par les micro-organismes présents dans l'air (**Joffin et Joffin, 2003**). Le produit passe par des étapes de chauffage et de refroidissement rapides et successives. Le conditionnement aseptique constitue une étape essentielle du procédé afin d'éviter toute réinfection du produit. Deux méthodes alternatives de traitement UHT sont utilisées :

- Chauffage et refroidissement direct dans des échangeurs de chaleur.
- Chauffage direct par injection de vapeur ou infusion de lait dans la vapeur et refroidissement par détente sous vide (**Walstra et al., 2005**).

Le traitement UHT présente des avantages mais aussi des inconvénients (**Tableau I**).

Tableau I : Avantages et inconvénients de la stérilisation UHT (Vignola, 2002 ; Gaur et al. 2018).

Avantages	Inconvénients
• Garantir une stabilité et une saveur suffisante pour répondre aux besoins du commerce • Éliminer tous les micro-organismes pathogènes ainsi que les toxines pouvant nuire à la santé des consommateurs ; • Détruire les micro-organismes susceptibles de se développer pendant le stockage. • Les produits alimentaires peuvent être facilement distribués et stockés dans les conditions ambiantes, jusqu'à six mois ou plus	• Les traitements UHT, peuvent modifier la composition du lait et sa valeur nutritive. Ces modifications sont influencées par la température et la durée du chauffage, affectant principalement les composants protéiques du lait • L'encrassement des surfaces d'échange thermique dans le cas des échangeurs à plaques. • Le chauffage accéléré peut provoquer la réaction de Maillard par formation d'un complexe entre la lysine et le lactose qui peut affecter le goût du lait.

I.2. Crèmes végétales

Les crèmes végétales apparaissent de plus en plus aujourd'hui comme une alternative aux crèmes lactières, destinées à répondre aux exigences croissantes des marchés alimentaires dynamiques et spécifiques. Selon le codex Alimentaire, Les crèmes végétales sont des produits similaires aux crèmes lactières dont la matière grasse lactière (MGL) est remplacée par la matière grasse végétale (MGV), ainsi que par l'utilisation d'agents chimiques en substitution aux ferments lactiques **(Anihouvi et al., 2012)**.

Les alternatives à la crème portent différents noms tels que « crème analogue », « crème d'imitation », « crème végétale », « crème non lactière » ou encore « garniture ». Leur objectif commun est d'offrir certains avantages par rapport à la crème lactière. . Souvent, ces produits sont fabriqués par traitement UHT, conditionnés aseptiquement et conservés à température ambiante **(Danthineet al., 2012)**.

La crème analogue se caractérise par une stabilité permettant une conservation d'environ six mois à température ambiante, avant sa mise en consommation **(Shamsi et al., 2000)**.

I.2.1. Composition de la crème végétale

Les crèmes végétales sont traditionnellement fabriquées à partir de lait, mais aujourd'hui, les crèmes d'imitation ou crèmes artificielles ont conquis une part importante du marché grâce à leurs nombreux avantages par rapport aux crèmes lactières. Ces crèmes sont à base de matières grasses végétales, d'eau, d'émulsifiant, de stabilisant, de sucre, d'arôme et de sources de protéines telles que le caséinate de sodium, le lait écrémé et les protéines de soja (Tableau II). Des aspects à la fois économiques et fonctionnels rendent les crèmes végétales plus avantageuses que les crèmes lactières. Les crèmes artificielles sont souvent bien moins chères que les crèmes lactières, ces produits présentent souvent de meilleures propriétés de fouettage, une meilleure stabilité de la mousse et une meilleure stabilité à la congélation-décongélation que les crèmes lactières **(Lundin, 2013)**.

Tableau II : Ingrédients typiquement utilisés dans une crème analogue (CA) (Carr et Hogg, 2005).

Ingrédient	Teneur(%)
Matière grasse végétale	20-35
Sucres	0-25
Protéines lactières	0.25-0.5
Émulsifiants	0.2-1
Eau	Jusqu'à 100
Gommes (épaississants)	0.1-0.4

I.2.2. Classification des crèmes végétales

La classification des crèmes végétales est basée sur les critères suivants :

- Teneur en matière grasse
- Traitement thermique appliqué
- Selon les traitements spécifiques liés à leurs utilisations (Vegetal creams ,2012).

a. Teneur en matière grasse

Les différentes catégories de crèmes selon la teneur en matière grasse sont résumées dans le tableau ci-après :

Tableau III : Classification des crèmes selon la teneur en matière grasse (Deosarkar et Khedkar, 2016)

Nom de produit	Teneur en graisse végétale
Crème légère analogue	Un minimum de 10% à 18% limite supérieure
Crème analogue (crème de table)	Un minimum de 18%
Analogue de crème épaisse	Un minimum de 36%
Crème concentrée analogue	Un minimum de 45%
Crème à fouetter analogue ou destinée à être fouettée	Un minimum de 28%
Crème à fouetter analogue ou destinée à être fouettée très grasse	Un minimum de 35%

b. Traitement thermique appliqué

Selon la norme GSO Standard (2016) ainsi que plusieurs auteurs, notamment Vierling, Everett et Ferioli (2008), les crèmes végétales sont classées en fonction du traitement thermique appliqué, comme suit :

- **Crème végétale sans traitement thermique** : Préparée à température ambiante dans des conditionneurs aseptiques. Sans avoir subi de pasteurisation ou de stérilisation. Elle est issue directement de processus d'écémage.
- **Crème végétale pasteurisée (Cas de la crème fraîche)** : désigne une crème n'ayant subi que le traitement de pasteurisation et conditionnée sur le lieu de production dans un délai de 24 heures
- **Crème végétale stérilisée** : Traitée à la stérilisation dans l'emballage présenté au consommateur ; Une fois conditionnée, la crème crue est stérilisée à 115°C durant 15 à 20 minutes, puis refroidie. Ce procédé développe un goût de cuit ou De caramel, d'où la préférence de la crème UHT
- **Crème végétale UHT** : stérilisée par un traitement thermique de 140 à 150°C durant quelques secondes, puis rapidement refroidie et scellée en conditionnement aseptique, étanche et stable jusqu'à la date limite de consommation.

c. Traitements spécifiques liés à leurs utilisations

Selon les traitements spécifiques liés à leurs utilisations, les crèmes peuvent être classées en plusieurs catégories :

Selon les traitements spécifiques liés à leurs utilisations, les crèmes peuvent être classées en plusieurs types :

- Crème à fouetté (Whipping cream) : conçue pour être montée en mousse, utilisée en pâtisserie (**Sina, 1992**).
- Crème sure (Sour cream) : crème acidifiée, utilisée dans les sauces froides ou les plats salés (**Meunier-Goddik, 2012**).
- Crème de café (Coffee cream) : destinée à l'enrichissement des boissons chaudes (**Deosarkar et Khedkar, 2016**).
- Crème double (Double cream) : à forte teneur en matière grasse, idéale pour les desserts. (**Varnam et Sutherland, 1994**).
- Crème Chantilly : crème sucrée et aromatisée, généralement montée (**Vierling, 1999**).
- Crème sous pression : conditionnée en aérosol, souvent utilisée pour les desserts (**Vierling, 1999**).
- Préparation culinaire végétale : produit analogue destiné à la cuisson et aux préparations salées, constituant l'objet principal de cette étude

I.2.3. Procédé de fabrication des crèmes végétales

La figure 01 présente les étapes principales de fabrication des crèmes végétales :

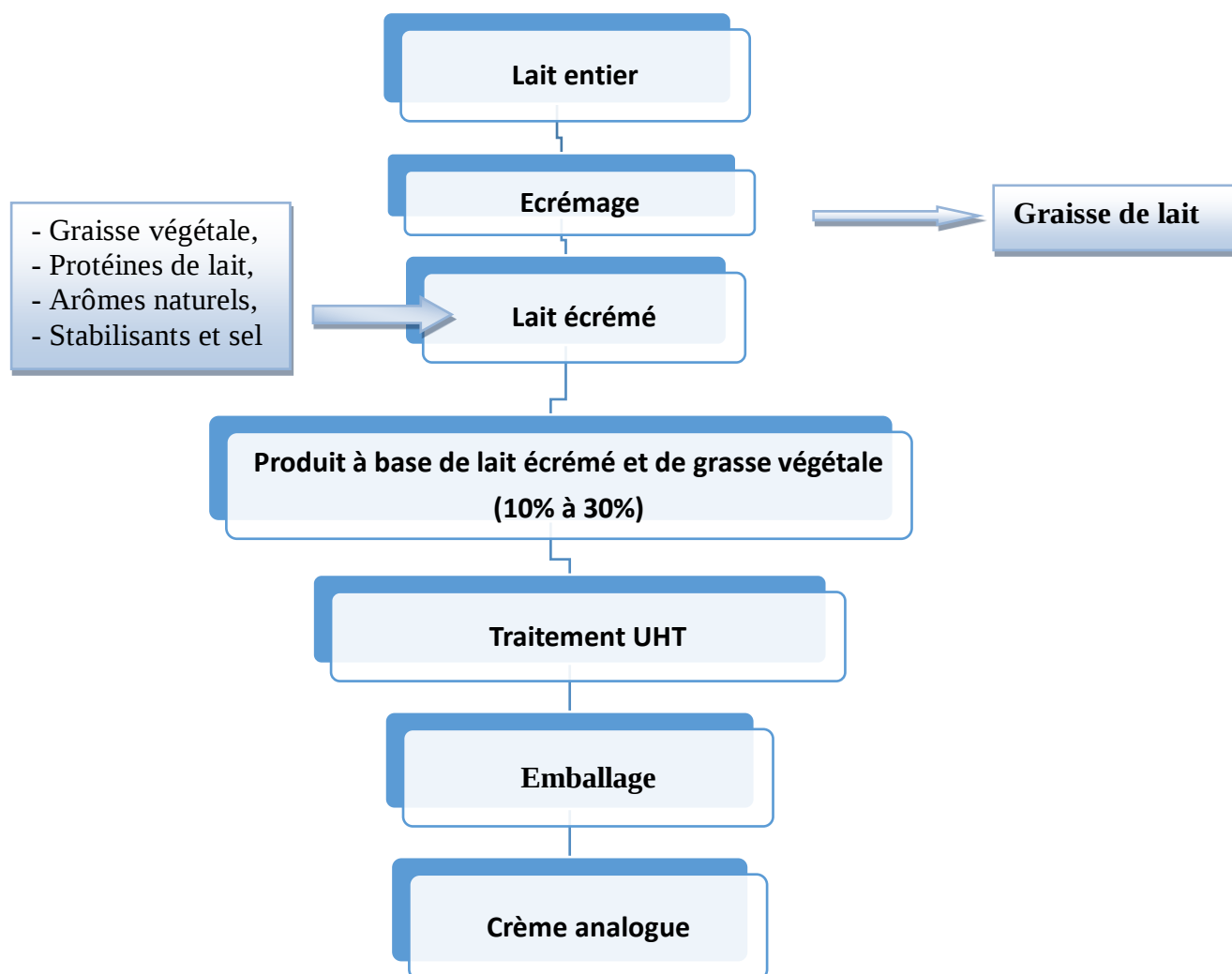


Figure 01 : Processus de fabrication des crèmes végétales (Ferioli et Caboni, 2008)

I.3. Préparation culinaire végétale

Parmi les différentes appellations attribuées aux alternatives à la crème, le terme réglementaire retenu est celui de *préparation culinaire végétale*. Cette dénomination s'explique par le fait que ces produits, élaborés à partir de matières grasses végétales, ne peuvent pas légalement porter le nom de "crème" en raison de leur teneur en matière grasse inférieure à 30 % (CE, 2008).

Divers huiles (comme l'huile de coco) sont utilisées dans la préparation des crèmes végétales, soit pour des raisons organoleptiques, soit en raison de la diversité de leur composition chimique, qui leur apporte des propriétés importantes, comme par exemple leur effet de conservation naturel des aliments (Lecerf, 2011).

I.3.1. Composition

Une composition type de crème végétale, fournie par une entreprise italienne et citée par **Ferioli et Caboni (2008)**, présente la formulation suivante : pour 100 g de produit, la crème contient en moyenne 3g de protéines, 4,8g de glucides, 19g de lipides dont 9,4g d'acides gras saturés, ainsi que 3mg de cholestérol, avec une valeur nutritionnelle adaptée (Tableau IV). Les ingrédients utilisés sont : du lait écrémé (76%), des matières grasses végétales, des protéines du lait, de l'amidon modifié, un agent gélifiant (E407), des arômes naturels et du sel.

Tableau IV : Valeur nutritionnelle pour 100 ml de la préparation culinaire « LE MAITRE» (document Candia).

Valeur énergétique	182kcal, 753 kJ
Protéines	1,9g
Glucides	3,2g
Lipides	18g
Acides gras saturés	16g
Sel	0,1g

I.3.2. Matières premières utilisées

I.3.2.1 Poudre du lait

Les laits en poudre sont obtenus par élimination de l'eau contenue dans le lait (**Codex Alimentarius, 1999**). Il se présente sous forme d'une poudre blanche ou légèrement crème, homogène ne contenant pas d'impureté, de grumeaux ni de parcelles colorées (**J.O.R.A n°94**). La poudre du lait peut être obtenue par séchage sur cylindres ; un procédé par ébullition, et l'apport de la chaleur est effectué par conduction au contact du lait sur une surface chauffée par la vapeur d'eau à 130 -150 °C, comme elle peut être obtenue par atomisation (procédé spray) ; un procédé de séchage du lait consistant à pulvériser le lait dans un courant d'air chaud à 180°C (**Philip, 2006**).

Selon la norme FAO, (2011), on distingue trois catégories de lait en poudre, par rapport à leur teneur en matière grasse : Poudre de lait entière, poudre de lait partiellement écrémée et poudre de lait écrémée (Tableau V).

Tableau V : Composition des catégories de lait en poudre

Composition	Lait entier	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé
Matière grasse%	26-42	1,5-26	≤1,5
Eau%	5	5	5
Protéine%	34	34	34
Matière sèche%	12,2	10,4	9
Glucide %	37,5	37,5	50,5
Azote totale	0,5	0,5	0,52

I.3.2.2 Eau de process

Les eaux utilisées dans les industries alimentaires dans la composition de certains produits entant qu'ingrédient ou matière première. C'est le cas par exemple de la préparation culinaire, doivent être de bonnes qualités hygiénique et technologique. Elles doivent être potables et notamment répondent aux normes standards fixées par l'Organisation Mondiale et la Santé (OMS) (**Agria Grand Est, 2022**).

Selon la norme FAO L'eau de process doit subir un traitement d'épuration avant d'être utilisée dans l'industrie agroalimentaire :

- une filtration sur sable pour éliminer les particules.
- filtration à charbon actif pour éliminer le chlore.
- l'osmose inverse qui est un système de filtrage permettant de retenir les impuretés contenues dans l'eau en passant par deux membranes de diamètres différentes (5µm et 1µm), qui donne après, une eau pure sans sels minéraux (eau osmosée) (**WHO, 2023**).

Sur le plan microbiologique Elle ne doit contenir aucun germe pathogène et Sur le plan physicochimique, elle ne doit contenir ni pesticides, ni nitrates, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15°F et un pH voisin de la neutralité (**Lubin, 1998**).

I.3.2.3 Matière grasse végétale

Les huiles végétales alimentaires forment une catégorie étendue de corps gras, largement utilisées en cuisine, mais également intégrées comme ingrédients dans de nombreux produits de l'industrie agroalimentaire (**Lecerf, 2011**). Les huiles ou graisses des tinées à l'usage dans les produits laitiers doivent présenter des qualités bien précises : une saveur discrète, une faible oxydation (un indice de peroxyde bas), une bonne stabilité à la conservation, une faible présence d'acides gras libres, une bonne résistance aux phénomènes d'hydrolyse ainsi qu'un pourcentage

adéquat de matière grasse solide (**Harper, 2000**).

➤ **Huile de noix de coco**

Dans le cas de la préparation culinaire, la matière grasse végétale utilisée est l'huile de noix de coco, l'une des plus employées dans l'industrie agroalimentaire, une huile végétale extraite du cocotier "*Cocos nucifera*", appartenant à la famille des palmiers, se caractérise par une teneur élevée en matière grasse (70 % sur sec) (**Hounhouigan et al., 1997**). Riche en acides gras saturés à chaîne moyenne, elle se distingue par sa bonne stabilité à l'oxydation, son point de fusion élevé et sa résistance au rancissement. Ces caractéristiques la rendent particulièrement adaptée aux préparations culinaires (**Hounhouigan et al., 1997**).

I.3.3. Procédé de fabrication

Selon le document de Candia, la fabrication de la préparation culinaire suit un processus rigoureusement structuré, débutant par la réception des matières premières et se poursuivant par une série d'opérations techniques jusqu'à l'obtention du produit final.

a. Reconstitution

La poudre en lait (0 et 26%) est mélangée avec de l'eau traitée chauffée à 45°C dans un Tank de Reconstitution (TR) équipé d'un agitateur, pour assurer une bonne homogénéisation du mélange. Ensuite, le lait est refroidi à 32°C grâce à un échangeur thermique utilisant de l'eau glacée à -12°C, ce qui permet de stabiliser le produit avant les étapes suivantes (**Boularak, 2005**).

b. Traitement thermique

Le lait est d'abord préchauffé à 72 °C afin de réduire la flore microbienne et la stabilisation de la préparation culinaire face aux traitements thermiques ultérieurs (**Vignola, 2002**). Il subit ensuite une stérilisation UHT à 140 °C pendant 4 s en circuit fermé, garantissant l'élimination des micro-organismes pathogènes sans altérer les propriétés du produit (**Benallegue et Debeche, 2015**).

c. Homogénéisation

L'homogénéisation consiste à créer un mélange entre la phase lipidique et la phase aqueuse à 140°C, sous la pression de l'homogénéisateur (200 bars) pour fractionner les globules gras en globules plus petites, afin de stabiliser l'émulsion de matière grasse (**Juilerat et Badoud, 2010**). Lors d'un traitement en phase descendante, l'homogénéisateur est relié à un circuit en mode aseptique, où toutes les surfaces en contact avec le produit sont préalablement

stérilisées, pour éviter toute contamination après l'homogénéisation (**Gandon et al., 1974**).

d. Refroidissement

La préparation est refroidie en deux phases : d'abord à 60 °C, puis à environ 25 °C avant son transfert dans un tank stérile (**Muthwill et al., 1998**).

e. Conditionnement

La préparation culinaire est conditionnée aseptiquement telles que CFA COMBIBLOC (pour les formats 500ml et 1L) et A3/Speed (pour les formats de 20cl). Le conditionnement s'effectue dans un environnement stérile, avec une stérilisation de la zone de fermeture, assure une protection optimale contre les contaminations microbiennes et une durée de conservation prolongée (**Gandon et al., 1974**).

f. Emballage

Les briques conditionnées sont emballées en cartons, filmées, placées sur palettes, puis acheminées en chambre froide avant d'être livrées sous température contrôlée vers les points de vente.

I.4. Huile essentielle de lentisque

I.4.1. Lentisque

Pistacia lentiscus L., ou lentisque, est un arbuste typiquement méditerranéen appartenant à la famille des Anacardiaceae (Figure 02), qui regroupe environ 70 genres et plus de 600 espèces (**Zitouni et al., 2023**). Il se développe sous forme de buisson dense à feuillage persistant, atteignant généralement 2 à 4 mètres de hauteur (**Bammou et al., 2015**). Il pousse dans les zones sèches calcaires, souvent en bordure de forêts méditerranéennes (**Amara, 2019**). Utilisé depuis l'Antiquité, il est apprécié en médecine traditionnelle pour traiter divers troubles : ulcères, toux, eczéma, calculs rénaux, jaunisse, etc (**Bammou et al., 2015**). Ses feuilles, fruits, résine et huile essentielle renferment des composés bioactifs aux propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, antimicrobiennes hypocholestérolémiantes (**Milia et al., 2021; Zitouni et al., 2023**).



Figure 02 : Image du lentisque avec ses feuilles et ses fruits.

L'huile essentielle de lentisque a suscité un intérêt croissant dans les domaines de la phytothérapie, de la cosmétique naturelle et même de l'aromathérapie, en raison de sa forte concentration en terpènes bioactifs **(Bammou et al., 2015)**.

I.4.2. Huile essentielle

Les huiles essentielles sont des substances naturelles extraites de plantes aromatiques, composées majoritairement de molécules organiques volatiles telles que les terpènes, les alcools, les esters et les cétones. Ces composés sont à l'origine des arômes caractéristiques des végétaux, mais jouent également un rôle dans leurs propriétés biologiques (antimicrobiennes et antioxydantes) **(Bakkali et al., 2008)**.

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est extraite de divers organes de la plante, notamment les feuilles, les jeunes rameaux, les baies et la résine, communément appelée « mastic », utilisée depuis l'Antiquité pour ses propriétés médicinales, antimicrobiennes et aromatiques **(Koutsoudaki et al., 2005)**. C'est une huile qui se distingue par sa couleur jaune clair, son parfum balsamique prononcé et son goût caractéristique, à la fois amer et légèrement épicé, comme le confirment plusieurs analyses sensorielles **(Benhammou, 2008)**.

Parmi les différentes techniques d'extraction disponibles, l'hydro distillation réalisée avec un appareil de type Clevenger, est la méthode d'extraction la plus courante pour isoler les composés volatils tout en limitant leur dégradation thermique **(Zitouni et al., 2023)**.

1.4.2.1. Composition chimique

La composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Pistacia lentiscus* varie selon plusieurs facteurs, notamment l'origine géographique, la nature de l'organe végétal utilisé, la saison de récolte et la méthode d'extraction, traduisant la richesse moléculaire de cette espèce **(Sehaki et al., 2022)**.

Selon différentes études, l'huile essentielle est majoritairement constituée de monoterpènes, en particulier de monoterpènes hydrocarburés, avec des concentrations en α -pinène allant de 16,5% à 38,5%, en β -myrcène de 10,2% à 11,5%, et en limonène de 6,8% à 9,8% **(Zrira et al., 2003)**. Parallèlement, les sesquiterpènes et monoterpènes oxygénés y sont également bien représentés, avec des teneurs en terpinène-4-ol allant jusqu'à 34,7 %, en α -terpinéol entre 10,4% et 11%, et en germacrène D de 8,4 % à 17,5 % selon les régions d'Algérie **(Mecherara-Idjeri et al., 2008 ; Dob et al., 2006)**. Cette diversité chimique, confère à cette huile essentielle des propriétés biologiques intéressantes, notamment des activités antimicrobiennes, antioxydantes

et anti-inflammatoires (Dob et al., 2006).

I.4.2.2. Activité antimicrobienne

L'huile essentielle extraite des feuilles de *Pistacia lentiscus* possède une activité antimicrobienne efficace contre plusieurs bactéries pathogènes telles que *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp* et *Pseudomonas aeruginosa*. Cette activité est liée à la présence de composés actifs comme l' α -pinène et le terpène-4-ol, capables de perturber les membranes cellulaires des micro-organismes. Ces résultats suggèrent que cette huile pourrait être utilisée comme agent antimicrobien naturel dans des applications médicales ou conservatrices (Dris Ibrahim, 2018).

I.4.2.3. Activité antioxydante

Les huiles essentielles extraites des feuilles de *Pistacia lentiscus* ont montré une activité antioxydante notable, évaluée principalement par le test DPPH. Cette activité présente une variabilité saisonnière importante, liée à la composition chimique des huiles selon la période de récolte (Sehaki et al., 2023).

Par ailleurs, les recherches ont montré que ces huiles pourraient contribuer à la prévention du stress oxydatif, un facteur impliqué dans des pathologies chroniques comme le cancer, le diabète et les maladies neuro-dégénératives (Boucheffa et al., 2022).

Partie pratique

II.1. Objectif du travail

Dans le cadre de ce travail, la préparation culinaire « Le Maître » est étudiée. Elle est produite en remplaçant la matière grasse laitière par une matière grasse végétale (huile de noix de coco). En ajoutant des stabilisants, la poudre du lait, et des protéines du lait (Figure 03).

L'objectif de ce travail est de suivre en premier lieu la qualité physico-chimique, microbiologique de cette préparation culinaire, fabriquée le 20 avril 2025 et qui présente une date limite de consommation de six mois. En second lieu c'est d'évaluer l'impact de l'addition de l'huile essentielle de lentisque.

Des analyses ont été réalisées à différents stades du procédé de fabrication depuis la matière première jusqu'au produit fini, afin d'établir un état initial de référence, puis de mesurer les éventuelles modifications induites par l'ajout de l'huile essentielle. Ce suivi rigoureux permet d'apprécier la stabilité, la sécurité et la conformité du produit fini par rapport aux normes en vigueur.

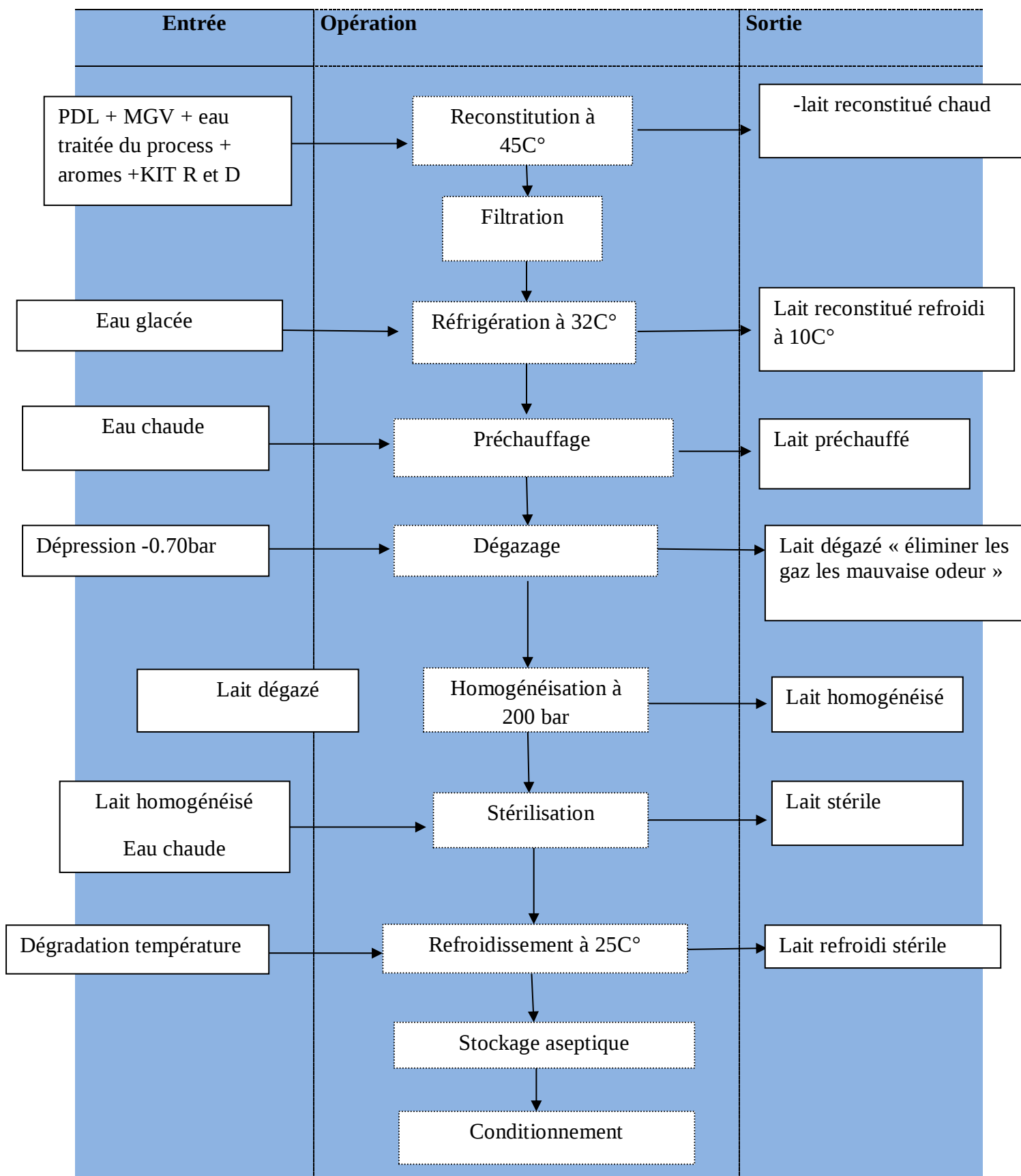


Figure 03 : Diagramme de fabrication de la préparation culinaire

II.2. Plan d'échantillonnage

Les analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles sont essentielles dans l'industrie agroalimentaire pour garantir la qualité des matières premières et des produits finis (AFNOR, 1999). Elles ont porté sur les poudres de lait (0 % et 26 % de MG), la matière grasse végétale, l'eau de process, le produit semi-fini, ainsi que sur le produit fini formulé avec et sans incorporation de 0,05 % d'huile essentielle de lentisque.

Conformément à la norme AFNOR (1999), l'échantillonnage a été réalisé par un personnel habilité et formé, dans des conditions aseptiques afin de garantir la représentativité et la fiabilité des échantillons. Chaque prélèvement a été scellé, étiqueté et conservé dans des conditions rigoureuses pour prévenir toute altération.

a- Poudre de lait (0%et 26%)

À la réception de chaque lot, les unités sont réparties selon un plan d'échantillonnage réglementaire (ISO, 2008). Les échantillons ont été prélevés de manière aléatoire sur plusieurs sacs, afin d'obtenir un échantillon représentatif. Les échantillons prélevés servent à la reconstitution du lait, en mélangeant 25 gde poudre dans 225 ml d'eau stérilisée, selon les proportions standards destinées à l'évaluation de la qualité.

b- Matière grasse végétale (huile de coco)

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une seringue stérile, à froid et à l'abri de la lumière puis conservés dans des récipients hermétiquement fermés, afin d'éviter toute altération.

c- Eau de process

Les échantillons ont été recueillis dans des flacons stériles après désinfection de l'orifice, puis étiquetés pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques.

d- Produit semi fini

Des échantillons ont été prélevés après refroidissement et réajustement, afin de vérifier la conformité de la formulation. Après chaque prélèvement, une évaluation sensorielle rapide a été menée afin de contrôler l'aspect, l'odeur et la texture du produit, et ainsi s'assurer de sa cohérence organoleptique avec les critères définis.

e-Produit fini

Des briques ont été prélevées en début, milieu et fin de conditionnement pour les analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles. Ainsi, tests sensoriels (couleur, odeur,

texture) ont également été réalisés pour vérifier la conformité organoleptique du produit fini.

II.3. Analyses physicochimiques

Les différentes analyses appliquées aux matières premières, au produit semi-fini et au produit fini sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau VI : Différents tests physico-chimiques réalisés sur les matières premières et les produits semi-fini et fini.

Matières Premières	Analyses effectuées
Poudre de lait	pH à 20°C Teneur en humidité (%) Acidité titrable (°D) Teneur en matières protéiques (%) Taux de matière Grasse (%) Turbidité Tests de stabilité Bain d'huile (min) Test Ramsdell (ml)
Eau de process	pH (25°C) Titre Hydrométrique (ml/dureté) Chlorures (mg/l) Cl ⁻ libre (mg/l) Conductivité (μS/cm)
Matière grasse végétale	Indice de peroxyde (meqd'O ₂ /kg de MG)
Produits semi fini et fini avec Ou sans huile essentielle	pH Densité Extrait sec totale (g/l) Taux de la MG (g/l) Taux de protéines(%) Test de stabilité produit fini

II.3.1. Matières premières**II.3.1.1. Poudre de lait****a. pH (potentiel d'hydrogène)****• Principe**

Le pH exprime la concentration en ions hydrogène (H^+) d'un milieu, permettant d'évaluer son caractère acide ou basique. Sa mesure est réalisée à l'aide d'un pH-mètre, un appareil composé d'une électrode en verre et d'une sonde de température. L'électrode, contenant une solution interne acide, est perméable aux ions H^+ et permet la lecture directe du pH sur l'écran de l'appareil avec une précision de deux décimales. Avant toute mesure, un étalonnage est nécessaire afin d'assurer la fiabilité des résultats. Celui-ci est réalisé à l'aide de solutions tampons de pH 4 et 7 à 20°C (Vignola, 2002 ; Labioui et al., 2009).

• Mode opératoire

La mesure du pH des échantillons est effectuée à 20°C. Après avoir étalonné le pH-mètre, la sonde est rincée, séchée puis plongée dans l'échantillon avec l'électrode. La valeur du pH s'affiche ensuite directement sur l'écran de l'appareil.

b. Taux de la matière grasse**• Principe**

La méthode Gerber est une méthode analytique classique permet de déterminer la teneur en matière grasse du lait après dégradation des protéines par l'acide sulfurique et ajout d'alcool iso amylique. La centrifugation sépare les phases, et la matière grasse est lue directement sur le butyromètre (Kleyn et al., 2001).

• Mode opératoire

Dans un butyromètre, verser 10 ml d'acide sulfurique concentré (91%), puis ajouter 7 ml d'eau distillée. Introduire ensuite 5mL de l'échantillon de lait, et homogénéiser soigneusement le mélange. Ajouter 1mL d'alcool iso amylique, puis placer le butyromètre dans un bain-marie à 65 °C pendant 5 minutes La lecture est effectuée directement sur l'échelle graduée. Les mesures ont été réalisées sur la poudre de lait et le produit fini pour suivre l'évolution de la matière grasse

c. Acidité titrable**• Principe**

L'acidité titrable reflète la teneur en acide lactique du produit. Elle est déterminée par titrage avec NaOH 0,111 N en présence de phénolphthaléine à 1 % (**Parmar, 2003**).

• Mode opératoire

Un volume de 10mL de produit à analyser est titré par une solution de NaOH 0,111N, en présence de phénolphthaléine à 1%. Le titrage est effectué jusqu'à l'apparition d'une teinte rose clair indiquant un pH de 8,3. Le volume de NaOH consommé permet de calculer l'acidité titrable.

• Expression des résultats

L'acidité, exprimée en degrés Dornic (°D), se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Acidité titrable (°D)} = V * F_c * 100$$

Où :

V : volume la Chute de la burette (ml) et Fc : Facteur de correction (F=1,015)

d. Taux d'humidité**• Principe**

La mesure de l'humidité est réalisée à l'aide d'un dessiccateur halogène, basé sur la méthode de référence de l'étuve. La perte de masse après séchage permet de calculer l'humidité (**Mettler Toledo, 2002**).

• Mode opératoire

Placer une coupelle vide dans le dessiccateur halogène et effectuer la tare afin d'annuler son poids. 5g d'échantillon sont pesés dans une coupelle tarée jusqu'à poids constant

• Expression des résultats

Le taux d'humidité est exprimé en (%) et calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \text{valeur affichée sur l'écran} - \text{facteur de correction (0,4)}$$

e. Tests de stabilité thermique

- **Turbidité**

Détecte les protéines sériques non dénaturées après chauffage (au-delà de 100°C). Un trouble indique la présence de protéines sériques (traitement thermique insuffisant), tandis qu'un sérum clair révèle leur dénaturation due à un chauffage élevé (**Rakib et Habib 2014**).

- **Test de bain d'huile**

Ce test évalue la résistance thermique du lait par observation du temps de coagulation sous l'effet de la chaleur. 4mL de lait sont chauffés à 140°C. Le temps jusqu'à coagulation est enregistré. Le résultat s'exprime par le temps de coagulation, observé visuellement. Un temps supérieur à 20 minutes indique une bonne résistance thermique du lait.

- **Test de Ramsdell**

- **Principe**

Évalue la stabilité thermique du lait en déterminant le volume minimal de la solution de phosphate nécessaire pour induire sa coagulation, selon un protocole normalisé. Une faible concentration en phosphate indique une meilleure résistance du lait à la dénaturation des protéines, sous l'effet de la chaleur (**Hachana et al., 2018**).

- **Mode opératoire**

Préparer une série de tubes contenant du phosphate mono potassique à une concentration de 0,02N, avec des volumes croissants (1.3ml, 1.4ml, 1.5ml, 1.6ml, 1.8ml). Dans chaque tube, ajouter 10 ml du lait à analyser, puis agiter soigneusement pour homogénéiser le mélange. Placer ensuite les tubes dans un bain-marie à ébullition pendant 5 minutes. Un tube présentant une coagulation est considéré comme positif (+), tandis qu'un tube sans coagulation est considéré comme négatif (-).

II.3.1.2. Eau de process**a. Chlorures**

La méthode de Mohr permet de doser les ions chlorure(Cl^-) par titrage argentimétrique à l'aide d'une solution de nitrate d'argent, en présence de chromate de potassium comme indicateur. Le point final du titrage est marqué par l'apparition d'un précipité rouge brique de chromate d'argent. Pour déterminer le chlore libre, 5 ml d'échantillon sont introduits dans un tube à

essais, puis une pastille de DPD est ajoutée. Après agitation pendant 2 minutes, la coloration obtenue est comparée à une plaquette étalon à l'aide d'un comparateur. La concentration en chlore libre est ainsi exprimée en mg/L (**Rodier et al., 2005 ; Labidi, 2020**).

b. Conductivité

La conductivité consiste à évaluer la capacité d'une solution à conduire le courant électrique, ce qui reflète la présence totale des minéraux dissous dans l'eau. Cette mesure est réalisée à l'aide d'un conductimètre, sur un échantillon d'eau maintenu à une température de 25°C. Les résultats, exprimés en ($\mu\text{S}/\text{cm}$), s'affichent directement sur l'écran de l'appareil.

c. Titre hydrotimétrique (TH)

La dureté de l'eau de process correspond à sa teneur en ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}), exprimées degrés français (°F) (**Rodier et al., 2005**). L'analyse consiste à traiter 50 ml d'eau avec 4 ml de tampon ammoniacal et une pincée de l'indicateur noir d'Ériochrome T (NET), puis à titrer avec une solution de sel Di sodique d'acide Éthylène-Diamine Tétra Acétique (EDTA, 0,02N) jusqu'au virage de la couleur du violet au bleu, indiquant la présence des ions (Ca^{2+}) et (Mg^{2+}) (**Rejesek, 2002**).

- **Expression des résultats**

$$\text{TH (°F)} = V \times 2$$

Où V : volume chute de burette (ml)

II.3.1.3. Matière grasse végétale (huile de coco)

a. Mesures d'indice de peroxyde

- **Principe**

L'indice de peroxyde correspond à la quantité d'oxygène actif présente dans un échantillon, exprimée en meq O_2/kg (milli équivalents d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse). Il repose sur l'oxydation de l'iodure de potassium par les peroxydes présents dans l'échantillon. Celui-ci est préalablement dissous dans un mélange d'acide acétique et de chloroforme. L'iode libéré est ensuite titré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium titrée (**Sarmila, 2023**).

- **Mode opératoire**

L'essai doit être effectué à la lumière du jour diffuse ou en lumière artificielle (**Document Candia**).

2 à 5g de matière grasse végétale sont dissous dans 10 ml de chloroforme par agitation, puis mélangée à 15 ml d'acide acétique et 1 ml d'iodure de potassium. Après une minute d'agitation, le mélange est laissé reposer 5 minutes à l'abri de la lumière entre 15 et 25 °C. 75 ml d'eau distillée avec quelques gouttes d'empois d'amidon sont ajoutés, l'iode libéré est titré au thiosulfate de sodium (0,002 N). Un résultat positif se traduit par une coloration bleue, indiquant la présence d'oxygène actif. En l'absence de coloration, l'échantillon est considéré comme négatif (**Document Candia**).

- **Expression des résultats**

$$I_p = N (V_1 - V_0) / m \times 1000$$

V0 : le volume en ml, de la solution de thiosulfate de sodium, utilisé pour l'essai à blanc.

V1 : le volume trouvé.

II.3.1. Produits semi-finis et finis

a. Densité

- **Principe**

La densité du lait correspond au rapport entre sa masse et celle d'un même volume d'eau à 20°C. Elle est mesurée à l'aide d'un lacto densimètre ou pycnomètre exprimée en unités Dornic ou selon les normes AFNOR (**Association Française de Normalisation**).

- **Mode opératoire**

Le pycnomètre est d'abord pesé vide pour obtenir sa masse initiale (ml). Il est ensuite rempli avec l'échantillon liquide (préparation culinaire à 20 °C) jusqu'à un niveau permettant un débordement ultérieur, en veillant à éliminer les bulles d'air, puis pesé de nouveau pour obtenir la masse totale (ml) (échantillon + pycnomètre) ensuite on prend la valeur qui affiche sur la balance.

- **Expression des résultats**

La formule utilisée pour calculer la densité est la suivante :

$$D = m/v$$

Où :

D : densité, **m** : la masse volumique de produit, **V** : le volume de pycnomètre vide

b. Extrait sec total «EST»

• Principe

Le principe consiste à éliminer l'eau contenue dans l'échantillon par évaporation, en le chauffant à 105 °C pendant 15 minutes, de manière à ne conserver que la matière sèche. Cette opération est réalisée à l'aide d'un dessiccateur de type Sartorius MA 1004 (**Floren et al., 2016**).

• Mode opératoire

La coupelle est d'abord tarée dans le dessiccateur. On y ajoute ensuite 11 g de sable, suivi d'une nouvelle tare. Trois grammes de l'échantillon sont alors incorporés et homogénéisés avec le sable à l'aide d'un bâtonnet afin d'obtenir une répartition uniforme. Le dessiccateur est refermé et, à la fin de l'analyse, le résultat est affiché automatiquement en pourcentage.

c. Dosage du taux de protéines

Le dosage est réalisé à l'aide du Milko Scan FT120, un spectrophotomètre infrarouge conçu pour l'analyse rapide des paramètres physico-chimiques tels que la teneur en protéines, la matière grasse et l'extrait sec dans les produits liquides en cours de fabrication. L'appareil se compose de deux unités principales : une unité de mesure et un ordinateur assurant le contrôle et l'affichage des résultats. Lors de l'analyse, deux échantillons de 5 ml sont aspirés successivement. Les rayonnements infrarouges traversent la cuvette contenant l'échantillon, permettant d'obtenir une mesure moyenne, qui est ensuite affichée à l'écran.

d. Test de stabilité physicochimique du produit fini

Ce test permet d'évaluer la stabilité de la préparation culinaire dans le temps, en suivant notamment l'évolution du pH.

• Mode opératoire

Neuf briques ont été sélectionnées puis réparties équitablement en trois lots. Chaque lot a été soumis à des conditions de conservation différentes :

- Le premier à température ambiante,
- Le second en étuve à 37°C pendant 15 jours,

- Le troisième à 55°C pendant 7 jours.

À la fin de chaque période, le pH de chaque brique a été mesuré. Une variation importante du pH, hors des normes établies, indique une faible stabilité du produit face à des conditions thermiques défavorables, suggérant un risque d'altération même à température ambiante. En revanche, un pH stable témoigne d'une bonne résistance et d'une stabilité satisfaisante du produit

II.4. Activité antioxydante de la préparation culinaire

II.4.1. Extraction des composés antioxydants

L'extraction des composés antioxydants des préparations culinaires (enrichies ou non en huile essentielle) a été réalisée selon la méthode décrite par **Viuda-Martos et al. (2010)**, Un gramme de crème a été ajouté à 10 ml de méthanol (80 %), puis agité pendant 15 minutes. Le mélange a ensuite été placé dans un bain à ultrasons pendant 30 minutes à température ambiante. Après centrifugation à 5000-rpm pendant 10 minutes, le surnageant a été récupéré pour les analyses antioxydantes.

II.4.2. Piégeage des radicaux DPPH

L'activité antioxydante a été évaluée par la méthode de piégeage du radical DPPH, selon **Achat et al. (2012)**, Un volume de 0,5 ml d'extrait méthanolique a été mélangé avec 2,5 ml d'une solution de DPPH (0,1 mM dans le méthanol). Le mélange a été agité puis incubé à l'obscurité, à température ambiante, pendant 30 minutes. L'absorbance a été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

L'activité antioxydante a été exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH, calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{Inhibition} = (A_0 - A_s) / A_0 \times 100$$

Où **A₀** : est l'absorbance de la solution contrôle (DPPH seul) et **A_s** : l'absorbance de l'échantillon.

II.4.3. Chélation des ions ferreux

L'activité chélatrice des ions ferreux a été déterminée selon la méthode décrite par **Zhao et al. (2016)**, avec quelques modifications. Un volume de 25 µL de FeCl₂ (2 mM) a été ajouté à 250 µL d'échantillon, suivi de 800 µL d'eau distillée et de 50 µL de ferrozine (5 mM). Le mélange a été incubé à température ambiante pendant 5 minutes, puis l'absorbance a été mesurée à 562

nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le pourcentage de chélation a été calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{Chélation} = [1 - (A1 - A2) / A0] \times 100$$

Où **A 0** : est l'absorbance du contrôle (FeCl –ferrozine sans extrait), **A1** ; l'absorbance avec l'échantillon, et **A2** : l'absorbance du blanc (échantillon sans FeCl).

II.5. Analyse microbiologique

Des analyses microbiologiques ont été réalisées sur les matières premières et le produit fini afin d'évaluer la qualité hygiénique de la préparation culinaire. Le tableau représente l'ensemble des germes recherchés dans les matières premières et produit fini (Tableau VII).

Tableau VII : Germes recherchés dans les matières premières et produit fini (J.O.R.A,2017).

Germes recherchés	Poudre de lait	Eau de process	Matière grasse végétale	Produit fini
Entérobactéries	✓			
Coliformes totaux		✓		
Escherichia coli		✓	✓	
Coliformes fécaux		✓		
Spores anaérobies sulfito-réductrices		✓		
Germes aérobies à 30 °C			✓	✓
Levures et moisissures			✓	

II.5.1. Matières premières

II.5.1.1 Poudre de lait

a. Dénombrement des entérobactéries

• Mode opératoire

Pour préparer la solution mère, 10 g de poudre de lait sont dilués dans 90 ml d'eau physiologique stérile. Ensuite, 1 ml de cette solution est prélevé et versé dans une boîte de Pétri, à laquelle on ajoute 20 ml de gélose Violet Red Bile Glucose (VRBG). Une boîte témoin est préparée uniquement avec le milieu de culture. Toutes les boîtes sont ensuite incubées à 37 °C

pendant 24 heures.

- **Expression des résultats**

Les colonies caractéristiques, roses et d'au moins 0,5 mm de diamètre, sont comptées sur les boîtes contenant entre 15 et 150 unités, en tenant compte du facteur de dilution. Le dénombrement des entérobactéries par gramme de produit est ensuite calculé selon l'équation suivante :

$$N = \Sigma c / V (n_1 + 0.1 n_2) d$$

Où

N : Nombre de germes par «ml» ou par «g» de produit.

Σc : Somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues.

V : Volume d'échantillon déposé (1ml).

n1 : Nombre des boîtes comptées à la dilution la plus faible.

n2 : Nombre de boîtes comptées à la dilution la plus élevée.

D : Facteur de dilution pris en compte.

II.5.1.2. Matière grasse végétale

a. Dénombrement d'*Escherichia coli*

Préparation de la solution mère : 25 g de matière grasse végétale (MGV) et diluer dans 75 ml d'eau physiologique stérile, homogénéiser.

- **Mode opératoire**

- Prélever 1 ml et répartir dans quatre boîtes de Pétri (0,25 ml par boîte).
- Ajouter 20 ml de gélose VRBL fondue et tempérée et homogénéiser doucement.
- Incuber à 44 °C pendant 24 h. Une boîte témoin est incluse.

b. Dénombrement des levures et moisissures

À l'aide d'une micropipette stérile, 1ml de la solution mère (MGV) est prélevé, puis réparti uniformément dans quatre boîtes de Pétri (0,25 ml par boîte). Environ 20 ml de gélose Sabouraud fondue et tempérée est ajouté dans chaque boîte. Une boîte témoin contenant uniquement le milieu de culture est également préparée. Après homogénéisation, incubez l'ensemble à 25 °C pendant 72 heures.

II.5.1.3. Eau de process**a. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

La détection et le dénombrement des coliformes totaux, thermo tolérants et d'*Escherichia colis* effectuent par une méthode en milieu liquide impliquant plusieurs étapes successives. L'échantillon est ensemencé dans un milieu lactosé sélectif, puis incubé à 37°C pour la mise en évidence des coliformes totaux. Les tubes montrant une production de gaz sont ensuite repiqués sur des milieux de confirmation sélectifs, et incubés à 44°C, température spécifique aux coliformes fécaux. La présence de gaz et, si nécessaire, la production d'indole permettent de confirmer la présence des bactéries recherchées. Le Nombre le Plus Probable (NPP) est calculé à partir du nombre de tubes positifs par 100 ml d'échantillon.

• Mode opératoire

L'analyse est réalisée en deux étapes :

- **Test de présomption** : un volume de l'échantillon est inoculé dans des tubes contenant du bouillon BCPL (Bouillon lactosé au Brome Cresol Purple) et Incubé à 37° C pendant 24 à 48 heures. Un tube est considéré positif lorsqu'un trouble microbien accompagné de dégagement gazeux est observé.
- **Test de confirmation (Méthode de Mac Kenzie)** : le contenu des tubes présomptivement positifs est repiqué dans le milieu de Schubert et incubé à 44°C. La présence de trouble et de gaz confirme la positivité du tube. Les résultats obtenus permettent d'estimer le NPP des coliformes totaux et fécaux dans 100mL d'eau analysée.

b. Dénombrement des bactéries sulfito-réductrices et des spores**b.1. Recherche des formes végétatives**

20 ml d'échantillon sont répartis dans 4 tubes stériles (5 ml par tube). Chaque tube reçoit 5mL de gélose Viande-Foie (VF) supplémentée en alun de fer et sulfite de sodium, puis homogénéisé délicatement. Après solidification, les tubes sont incubés à 37°C pendant 48 heures. Un cinquième tube témoin contenant uniquement le milieu de culture est également incubé dans les mêmes conditions. L'apparition de colonies noires signifie la présence de formes végétatives.

b.2. Recherche des formes sporulées

Un volume de 20 ml de l'échantillon est chauffé à 80°C pendant 10 minutes afin de détruire les formes végétatives et activer les spores éventuellement présentes. L'échantillon est refroidi rapidement sous un filet d'eau froide, puis réparti dans des tubes contenant de la gélose Viande-Foie. Après incubation à 37°C pendant 48 heures. La présence de colonies noires indique la croissance de bactéries sulfito-réductrices sporulées. Les résultats sont interprétés selon un plan à deux classes : présence ou absence.

II.5.1.4. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile**•Principe**

Les micro-organismes aérobies et aéro-anaérobies facultatifs se développent sur un milieu nutritif non sélectif tel que le Plate Count Agar(PCA). Après incubation à 30°C pendant 72 heures, ils forment des colonies visibles, de tailles et de morphologies variées, permettant d'estimer la charge microbienne globale d'un échantillon (**Feldsine et al., 2003**).

a) Matière grasse végétale

Un volume de 1 ml de la solution mère(MGV) est prélevé, puis réparti dans quatre boîtes de Pétri (0,25 ml chacune). Environ 20 ml de gélose PCA fondue et tempérée sont ajoutés, puis les boîtes sont homogénéisées délicatement pour éviter l'introduction d'air. Puis incubation à 30 °C pendant 72 h. Une boîte témoin, contenant uniquement le milieu, est également incubée pour contrôler sa stérilité.

b) Produit fini

Le suivi microbiologique tout au long de la production constitue un critère essentiel de sécurité alimentaire. Dans l'unité Tchén Lait, les seuils appliqués pour le lait UHT servent également de référence aux préparations culinaires UHT. La réglementation Algérienne (**JORA, 2017**) considère le dénombrement des FTAM à 30 °C comme un paramètre obligatoire.

b.1. Méthode classique

L'échantillon est ensemencé sur gélose PCA et incubé à 30 °C pendant 72 h. Les colonies formées sont comptées et les résultats exprimés en unités formant colonies (UFC/ml ou UFC/g) (**Guiraud, 2003**).

- **Mode opératoire**

L'échantillonnage concerne trois lots de production, avec cinq briques prélevées par lot, (15 échantillons au total). Après une incubation des briques à 35°C pendant 48h, Il faut ensuite agiter pour bien homogénéiser le contenu. Chaque échantillon est prélevé 0.1ml aseptiquement puisensemencé en double boîtes de pétri avec de la gélose PCA. Les boîtes sont ensuite incubées à 30°C pendant 72 h, ce qui permet une croissance complète des micro-organismes.

- **Expression des résultats**

Les résultats obtenus après incubation sont exprimés en Unités Formant Colonies par millilitre (UFC/ml), en tenant compte du nombre de colonies observées à la surface du milieu de culture. En utilisant l'équation suivant :

UFC/ml=Nombre moyen de colonies comptées × Facteur de dilution Volumeensemencé (ml)

b.2. Cytométrie

Cette technique permet de détecter et de quantifier rapidement les micro-organismes viables dans un produit alimentaire. Après marquage des cellules avec des réactifs fluorescents, en passant devant un faisceau laser, chaque cellule viable émet un signal lumineux détecté par des capteurs, ce qui permet un dénombrement précis sans recours à la culture (**Konieczny et al., 2021**).

- **Mode opératoire**

Après incubation des briques de préparation culinaire à 30C°pendant 48h, puis homogénéisées énergiquement.500 µL de produit fini sont prélevés de chaque brique et transférés dans 23 tubes numérotés. Deux tubes témoins sont préparés en parallèle : un témoin négatif (aucun échantillon), et un témoin positif (une culture microbienne fraîche). Les échantillons sont injectés dans le cytomètre où chaque cellule viable émet un signal lumineux détecté par des capteurs. Les résultats s'affichent après 95 minutes. Une fois l'analyse terminée, un cycle de nettoyage automatique est déclenché.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés à partir des informations affichées à l'écran, dans la colonne. Chaque échantillon analysé est identifié par un code de couleur, une pastille verte indique un échantillon conforme (absence de micro-organismes viables détectés), tandis qu'une pastille rouge signale un résultat non conforme, révélant la présence de micro-organismes viables.

II.6. Évaluation sensorielle

Dans le cadre de cette étude, une analyse sensorielle a été réalisée afin d'évaluer l'impact de l'enrichissement en huile essentielle de lentisque sur les propriétés organoleptiques de la crème culinaire. Deux catégories d'échantillons ont été testées : l'échantillon A (crème culinaire sans huile essentielle) et l'échantillon B (crème culinaire enrichie en huile essentielle de lentisque à 0,05%).

Le panel, composé de 10 experts, a évalué séparément les deux échantillons. Chaque dégustateur a reçu un questionnaire portant sur différentes caractéristiques organoleptiques, notamment la couleur, la consistance, l'acidité, la brillance, le goût gras, l'arrière-goût, l'arôme, l'odeur et l'amertume. À l'issue de l'évaluation sensorielle, les données recueillies ont été exploitées pour la caractérisation des produits et l'analyse des préférences. Le traitement statistique a été réalisé à l'aide du logiciel XLSTAT (version 2025), en recourant notamment au préférence mapping (PrefMap) afin d'identifier la relation entre la configuration sensorielle des échantillons et l'appréciation du panel.

Résultats et discussion

III. Résultat et discussions

Cette partie regroupe les résultats obtenus à partir de la préparation culinaire, réalisée en deux étapes distinctes : la première avant l'incorporation de l'huile essentielle de lentisque, permettant d'évaluer les caractéristiques initiales du produit, et la seconde après l'ajout de cette huile, afin d'analyser l'impact de cette addition sur les paramètres physicochimiques, microbiologiques et sensoriels.

III.1. Analyses physicochimiques

III.1.1. Matière première

III.1.1.1. Poudre de lait

La qualité de la poudre de lait, utilisée comme matière première, repose sur plusieurs paramètres physico-chimiques clés. Les résultats obtenus lors de l'analyse à la réception sont présentés dans le tableau ci-dessous et permettent d'évaluer sa conformité aux exigences techniques de l'entreprise.

Tableau VIII : Résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les deux types de poudre de lait (0 % et 26 %)

Paramètre physicochimique	Poudre de lait (0 % de MG)	Poudre de lait (26%de MG)	Normes
pHà20°C	6.66	6.69	6,60-6,80
Humidité (%)	3.55	3.27	Max4
Acidité titrable (°D)	13.13	10.05	Max18
Teneur en matières protéiques (%)	33.38	35.14	/
Taux de matière grasse (%)	00	26	/
Turbidité	Trouble	Trouble	Trouble
Test Ramsdell (ml)	1.7	1.4	≥1,3
Test de Bain d'huile (min)	16	14	>12

D'après les résultats présentés dans le tableau VII, le pH est de 6,66 pour la poudre (0 % MG) et de 6,69 pour la poudre (26 % MG). Ces valeurs se situent dans l'intervalle des normes internes de l'industrie (6,60 – 6,80) et sont proches de celles rapportées par **Abdullah et al. (2020)** et **Kajal et al. (2012)**, qui indiquent un pH compris entre 6,6 et 6,8 pour différents laits en poudre reconstitués. Ces auteurs soulignent que la stabilité du pH est essentielle pour maintenir la solubilité des protéines et garantir la qualité finale des poudres de lait.

L'acidité Dornic observée est inférieure à celle rapportée dans d'autres travaux, tout en

respectant à la fois la norme interne de l'entreprise (≤ 18 °D) et la réglementation nationale (**JORA, 2017**), qui fixent les limites maximales à 16 °D pour le lait entier et à 18 °D pour le lait écrémé. Les valeurs obtenues (13,13 et 10,05 °D) s'expliquent par la composition en caséine et en minéraux, ainsi que par les conditions de préparation et d'hygiène (**Albert et al., 2024**). Le pH et l'acidité, également influencés par la flore microbienne, constituent des paramètres déterminants pour la qualité nutritionnelle, sensorielle et technologique des poudres de lait. Ces résultats rejoignent les conclusions de **Jones et al. (2021)**, qui a montré que la surveillance de l'acidité titrable est essentielle pour détecter précocement une contamination bactérienne et éviter la détérioration du produit. De plus, selon **Ryabova et al. (2023)** ont mis en évidence que les conditions de stockage (température et humidité) influencent fortement l'évolution de l'acidité, soulignant l'importance d'un contrôle rigoureux pour préserver la qualité du lait en poudre.

La teneur en humidité des poudres de lait analysées (3,55% et 3,27%) respecte les exigences internes de l'entreprise ($<4\%$) et les recommandations des normes **ISO 5537/IDF 26 (2004)**, qui fixent un seuil maximal de 5%. Selon **Abdullah et al. (2020)**, la teneur en humidité des poudres de lait devrait rester en dessous de 5%, tandis que **Hachana et al. (2020)** recommandent une valeur idéale de 3% et un maximum de 4%, indépendamment de la teneur en matière grasse. Un excès d'humidité peut compromettre la qualité du produit en favorisant le développement microbien, l'oxydation des lipides et en altérant la conservation, la fonctionnalité et les performances technologiques du lait en poudre (**Hachana et al., 2020**). La teneur en matière grasse diffère selon le type de poudre de lait, tout en restant conforme aux normes de qualité. En parallèle, la teneur protéique a été estimée à 33,38% pour la poudre (0% MG) et à 35,14% pour la poudre (26% MG). Ces valeurs sont proches de celles rapportées dans la littérature. Selon **Gaiani et al. (2010)** : la teneur en protéines des poudres de lait varie généralement entre 32 et 36%, en fonction du type de poudre et du procédé de séchage. De même, le Dairy Processing Handbook (**Tetra Pak, 2015**) indique que la composition des poudres de lait dépend largement de la matière première et des conditions technologiques appliquées lors de la transformation.

Les résultats du test de stabilité au bain d'huile ont montré des valeurs de 16 minutes pour la poudre de lait écrémée (0% MG) et 14 minutes pour la poudre entière (26 % MG), supérieures au seuil minimal de 12 minutes, traduisant une bonne résistance thermique et une conformité aux critères de qualité (**Lopez et al., 2022**).

Concernant le test Ramsdell, les valeurs obtenues (1,7 ml et 1,4 ml) respectent la norme interne

de l'entreprise ($\geq 1,3$ ml) et confirment une stabilité technologique satisfaisante (**Hachana et al., 2020**), une valeur inférieure à 1,5 ml indique une stabilité suffisante pour une utilisation en fabrication.

La turbidité mesurée révèle une bonne préservation des protéines sériques, témoin d'un séchage efficace. Ces résultats sont en accord avec ceux de **Gaiani et al. (2007)**, qui ont montré qu'une turbidité élevée est associée au maintien des protéines dans leur état natif et donc à de meilleures propriétés fonctionnelles.

III.1.1.2. Eau de process

La qualité de l'eau de process est un critère déterminant dans la transformation laitière. Son contrôle repose principalement sur des paramètres physico-chimiques, dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau IX : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process

Paramètre Physico-chimique	Eau de process	Norme
pH (25°C)	7.04 $\pm$ 0,04	6,95 -7,4
Titre Hydrométrique (ml/dureté)	10 $\pm$ 0.6	7 – 12
Conductivité(us/cm)	276 $\pm$ 7,6	<400
Chlorures (mg/l)	21.3 $\pm$ 00	$\leq$ 30
Cl ⁻ libre (mg/l)	0.14 $\pm$ 0.03	0,1 – 0,25

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process révèlent une qualité conforme aux exigences de l'entreprise Tchin-Lait/Candia. Le pH mesuré (7,04) respecte les normes industrielles et assure à la fois la protection des installations contre la corrosion et la stabilité des ingrédients lors des traitements thermique (**WHO, 2004**).

La conductivité (276 $\pm$ 7,6 μ S/cm) reste largement inférieure à la limite de 400 μ S/cm, ce qui traduit une minéralisation modérée favorable à la solubilité des protéines et à la qualité du procédé. Ces valeurs s'inscrivent dans les bonnes pratiques industrielles, où la conductivité est un indicateur clé de l'efficacité des flux et de la présence d'ions dissous utiles aux processus (**Emerson, 2015**).

La dureté totale enregistrée ($10 \pm 0,6$ °F) correspond à une teneur équilibrée en calcium et magnésium. Ce niveau se situe dans une zone de "modérément dur" selon les standards industriels, prévenant efficacement l'entartrage des équipements et conservant leur fonctionnement optimal (**Ion Exchange, 2025 ; Arveng Training, 2019**).

La concentration en chlorures (21,3 mg/L) reste en dessous du seuil critique (≈ 30 mg/L), limitant ainsi les risques de corrosion et contribuant à la préservation de la qualité sensorielle des produits laitiers. Ce principe de réduction des résidus chlorés est souligné dans le suivi des contaminants oxychlorés dans la chaîne laitière (**McCarthy et al., 2018**).

L'eau de process utilisée par l'unité tchin lait Candia présente une qualité conforme aux exigences agroalimentaires. Elle garantit des conditions de production stables, sûres et adaptées à la transformation laitière, contribuant ainsi à la qualité et à la sécurité des produits finis.

III.1.1.3. Matière grasse végétale

L'indice de peroxyde est un indicateur déterminant de la qualité des matières grasses, et il renseigne sur l'état d'oxydation et la fraîcheur du produit. Conformément à la norme **ISO3960 (2017)**, il exprime la quantité de peroxydes formés lors de l'oxydation des lipides et constitue ainsi un critère essentiel dans le contrôle qualité. **Le Codex Alimentarius (2019)** fixe d'ailleurs une valeur maximale de 10 méq O₂/kg pour les huiles et graisses végétales destinées à la consommation humaine.

Les résultats obtenus pour l'échantillon d'huile de coco analysé révèlent une valeur nulle de l'indice de peroxyde (0,00 méq O₂/kg), largement inférieure au seuil maximal fixé par les normes internes de l'entreprise ($\leq 0,1$ méq O₂/kg). De tels résultats sont particulièrement favorables puisqu'ils garantissent la conservation des propriétés nutritionnelles et sensorielles de la matière grasse, tout en assurant une qualité optimale du produit fini. Ce constat est en accord avec les observations de **Johnson et Decker, (2015)**, qui soulignent que la formation de peroxydes constitue l'étape initiale de l'oxydation lipidique et reflète directement la stabilité des matières grasses.

III.1.2. Produit semi fini et fini (avec ou sans huile essentielle)

Les résultats des analyses physico-chimiques des produits semi-finis et finis sans huile de lentisque sont présentés dans le tableau ci-dessus.

Tableau X : Les résultats des analyses physico-chimiques des produits semi-finis et finis avec ou sans huile essentielle de lentisque.

Paramètre Physico-chimique analysé	Produit semi-fini	Produit fini sans huile essentielle	Produit fini avec huile essentielle	Norme
pH à 20°C	6,8	6.8	6,8	6.65-6.85
Teneur en matières protéiques (%)	15,70	15.71	15.81	/
Taux de matière grasse (g/L)	181	181	181.63	178-181
Lactose (g/L)	/	41.23	41.29	/
EST (g/L)	248.12	248.75	248.72	246-250
ESD (g/L)	/	68.63	68.74	/
Densité	0.998	1.002	1.001	0.980-1.050

L'ensemble des résultats obtenus sur les échantillons de produits semi-fini et fini, avec et sans incorporation de 0,05 % d'huile essentielle de lentisque, (pH, MG, MP, EST et la Densité), sont conformes aux normes internes de l'entreprise.

III.1.2.1. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH constitue un paramètre déterminant pour évaluer la qualité, la fraîcheur et la stabilité microbiologique des produits laitiers, influençant directement leur durée de conservation (Metheny et al., 2017). Les trois échantillons de la préparation culinaire analysés (semi-fini, fini sans huile essentielle et fini enrichi à 0,05 % en huile essentielle) présentent un pH moyen de 6,8, une valeur conforme aux normes internes de l'entreprise (6,65 – 6,80) et aux recommandations du **Codex Alimentarius (1976)** pour les crèmes légères (6,0 – 6,80).

La stabilité du pH, indépendamment de l'incorporation de l'huile essentielle, confirme que cet ajout n'altère ni l'équilibre acido-basique, ni la stabilité microbiologique du produit. Ces résultats rejoignent les observations de **Gaur et Anema, (2018)**, qui soulignent que les produits laitiers présentent généralement un pH supérieur à 6,7, garantissant ainsi leur qualité physico-chimique.

Un tel niveau de pH permet de préserver les propriétés organoleptiques et nutritionnelles de la préparation, tout en assurant sa stabilité microbiologique et sa sécurité sanitaire.

Il est important de noter que, bien qu'un pH proche de la neutralité favorise une meilleure conservation, une acidité plus marquée peut constituer une barrière efficace contre la croissance microbienne (**Faur, 1992**). De plus, l'évolution du pH reste étroitement liée à la composition du produit : une teneur élevée en acides organiques ou en anions de phosphate et de citrate conduit généralement à une diminution du pH (**Mathieu et al., 1998**).

III.1.2.2. La matière grasse

La teneur en matière grasse est de 181 g/L pour le produit semi-fini et le produit fini sans huile essentielle, et de 181,63 g/L pour le produit fini enrichi. Ces valeurs respectent l'intervalle de la norme interne de l'entreprise (179–181 g/L) et demeure conforme aux recommandations du **Codex Alimentarius (2003)**, qui préconise pour les crèmes légères une teneur comprise entre 10 et 30%. L'écart très faible observé entre les formulations traduit une bonne homogénéité du produit et confirme que l'incorporation de l'huile essentielle n'a pas d'impact significatif sur la fraction lipidique, garantissant ainsi la constance de la qualité du produit (**Parmar et al., 2020 ; Souza et Torres, 2021**).

III.1.2.3. Protéines

La teneur en matières protéiques est de 15,71 % pour le produit fini sans huile essentielle et de 15,81 % pour l'échantillon enrichi. Cette différence très faible reste dans les marges de variabilité admises et ne compromet en rien la conformité du produit. Elle peut être attribuée soit à un léger effet de concentration des solides lors du procédé, soit à une interaction mineure entre l'huile essentielle et la matrice protéique.

III.1.2.4. Extrait sec total (EST)

L'analyse de l'EST a révélé des valeurs de 248,12 (g/L) pour le produit semi-fini et 248,75 g/L pour le produit fini sans huile essentielle et 248,72 g/L pour le produit enrichi. Ces valeurs, situées dans l'intervalle normatif interne de l'entreprise (246–250 g/L), traduisant une bonne maîtrise du procédé de fabrication à ce stade. La valeur obtenue pour le produit fini, Légèrement plus élevée, s'explique par la concentration des matières solides au cours des étapes de formulation et de traitement thermique, ce qui contribue à améliorer la texture, la viscosité et la stabilité du produit (**Varnam et Sutherland, 2001**).

Ces résultats sont en accord avec les recommandations du **Codex Alimentarius (1999)**, qui préconise une teneur en extrait sec comprise entre 15 et 30 % pour les crèmes légères, tout en

tenant compte du fait que les produits finis plus concentrés, tels que certaines préparations culinaires, peuvent présenter des teneurs supérieures. Des travaux antérieurs confirment cette tendance, en effet **Charby et al. (2017)** a rapporté une moyenne de 25% pour des crèmes fluides. Par ailleurs, l'Arrêté du Journal Officiel **J.O.R.A (2005)** souligne que la détermination de l'EST constitue également un indicateur essentiel pour prévenir le mouillage excessif du lait et garantir une qualité optimale des produits laitiers.

III.1.2.5. Densité

La densité d'une crème constitue un paramètre essentiel à surveiller, car elle peut varier sous l'influence de facteurs tels que la température, l'humidité ou la durée de conservation. Son suivi permet d'évaluer la stabilité du produit tout au long de son cycle de vie et, si nécessaire, d'ajuster la formulation pour garantir sa qualité (**Mathieu, 1998**).

Les résultats de la densité présentés dans le tableau IX montrent une densité de 0,998 pour le semi-fini, 1,002 pour le produit fini sans huile essentielle et 1,001 pour le produit enrichi. Ces valeurs se situent dans l'intervalle de la norme interne de l'entreprise (0,980–1,050). Cela indique que les teneurs en matière grasse et en matière sèche sont bien préservées, traduisant ainsi la stabilité de la chaîne de production.

Par ailleurs, une augmentation de la densité traduit généralement un enrichissement en matière sèche. Les valeurs obtenues restent également en adéquation avec les recommandations du **Codex Alimentarius (1976)** pour les crèmes légères, qui fixent une plage de densité comprise entre 1,01 et 1,015, confirmant ainsi la conformité et la qualité du produit.

III.1.3. Test de stabilité

La stabilité physico-chimique de la préparation culinaire UHT a été évaluée par des essais d'étuvage à différentes températures, afin d'apprécier sa résistance lors du stockage et de la distribution (Tableau X).

Tableau XI : Résultats du test d'étuvage pour le contrôle de stabilité du produit fini.

Étuvage	37°C/7jour	55°C/15jour	20°C/témoin
Valeur de pH	6.67	6.53	6.71

À température ambiante (20°C), les échantillons témoins ont maintenu une valeur stable de pH (6,71), confirmant la qualité initiale du produit et sa capacité à conserver ses propriétés physico- chimiques en conditions normales de stockage.

Après 15 jours à 37 °C, une légère diminution du pH a été observée (6,67), traduisant une excellente résistance du produit aux températures modérées prolongées, sans altération notable de ses caractéristiques.

À 55°C durant 7 jours, le pH a enregistré une légère baisse (6,53), mais qui reste inférieure à 0,2 unité de pH, seuil généralement admis comme indicateur de stabilité, ce qui confirme la robustesse du produit même dans des conditions thermiques extrêmes simulées.

Ces résultats confirment la stabilité physico-chimique de la préparation culinaire UHT, en accord avec les exigences de qualité et de sécurité alimentaire. Comme le soulignent **Aydogdu et al. (2023)**, la stabilité du pH constitue un indicateur déterminant de la conservation des produits laitiers.

Les tests d'étuvage démontrent que la préparation culinaire UHT présente une excellente stabilité, aussi bien dans des conditions normales de stockage qu'en situation de contraintes thermiques sévères, assurant ainsi sa qualité, sa sécurité et sa fiabilité jusqu'à la consommation finale.

III.2. Activité antioxydante

III .2.1. Piégeage des radicaux DPPH

Le test DPPH de piégeage des radicaux libres est largement utilisé pour évaluer la capacité antioxydante des produits alimentaires. Dans cette étude, la préparation culinaire enrichie en huile essentielle de lentisque a présenté une activité antioxydante plus élevée, avec une inhibition de $56,08 \pm 0,77 \%$ à 100 mg/mL, contre $39,85 \pm 1,85 \%$ pour la préparation sans huile essentielle (**Tableau XII**). Cette importante différence met en évidence l'apport de l'huile essentielle de lentisque dans l'amélioration du potentiel antioxydant de la préparation, en piégeant efficacement les radicaux libres, pouvant ainsi limiter les dommages oxydatifs. Cet effet est principalement lié aux phénols et aux terpènes naturellement présents dans l'huile essentielle de lentisque, connus pour leurs propriétés anti-radicalaires (**Stobiecka et al., 2022**).

Tableau XII : Résultats d'activité antioxydante

Test antioxydant	Avec l'huile essentielle	Sans l'huile essentielle
Piégeage des radicaux DPPH (%)	56,08± 0,77	39,85 ± 1,85
Chélation des ions ferreux (%)	54,62 ±2,31	29,86 ±1,09

Le lait UHT et les produits laitiers présentent généralement une activité antioxydante modérée, car le traitement thermique peut réduire certains antioxydants tout en libérant d'autres à partir des protéines. L'activité antioxydante du lait UHT, mesurée par le test DPPH, se situe en moyenne entre 30 et 50 % d'inhibition, selon la source et le traitement appliqué (**Stobiecka et al., 2022**). L'ajout d'huiles essentielles ou d'extraits végétaux dans les produits laitiers, y compris le lait UHT et les laits fermentés, peut accroître cette activité de 10 à 40 %, ce qui correspond à l'augmentation observée avec l'huile de lentisque dans la crème végétale (**Michra et al., 2020**).

III .2.2. Chélation des ions ferreux

L'activité chélatrice des métaux reflète la capacité d'une substance à se lier aux ions métalliques, qui catalysent souvent les réactions d'oxydation et accélèrent les altérations dans les produits alimentaires. Dans cette étude, la préparation culinaire enrichie en huile essentielle de lentisque a présenté une inhibition chélatrice de 54,62 %, contre 29,86 % pour la crème témoin (**Tableau XII**). Cette différence marquée montre que l'huile essentielle de lentisque agit efficacement en fixant les ions métalliques, réduisant ainsi leur rôle pro-oxydant et contribuant à la préservation du produit (**Ramesh et al., 2022**).

À la différence des tests antioxydants qui évaluent la neutralisation directe des radicaux libres, la chélation des métaux cible l'élimination des catalyseurs pro-oxydants du système. Dans les produits laitiers, cette propriété est particulièrement importante, car les métaux de transition liés aux protéines et aux minéraux peuvent favoriser la peroxydation lipidique et engendrer des défauts aromatiques (**Bjørliet et al., 2024**). Les résultats obtenus avec l'huile essentielle de lentisque dans la crème végétale s'inscrivent dans cette logique, et sont comparables à ceux rapportés dans les systèmes laitiers fermentés enrichis en composés bioactifs, confirmant ainsi le rôle fonctionnel de cette huile au-delà du simple piégeage des radicaux.

III.3. Analyses microbiologiques

Les matières premières utilisées dans la préparation culinaire stérilisée UHT font l'objet d'analyses microbiologiques approfondies afin de vérifier leur conformité aux exigences en matière de sécurité alimentaire. Les micro-organismes sont considérés comme des indicateurs sensibles d'une contamination fécale potentielle et sont associés à un risque sanitaire accru pour les consommateurs (Garbaj et al., 2023).

III.3. 1.Matières premières

Les résultats microbiologiques des matières premières sont présentés dans le tableau ci-dessus.

Tableau XIII : Résultats des analyses microbiologiques des matières premières

Germe recherché	Poudre de lait	Eau de process	Matière grasse végétale
Entérobactéries	Abs	/	/
Coliformes totaux	/	Abs	/
Escherichia coli	/	Abs	Abs
Coliformes fécaux	/	Abs	/
Spores anaérobies sulfito-réductrices	/	Abs	/
Germesaérobies 30°C°	/	/	Abs
Levures et moisissures	/	/	Abs

III.3.1.1 Poudre de lait

Les résultats poudres de lait (0%et26% MG) utilisées dans cette étude ont révélé l'absence totale d'Entero bacteriaceae dans les cinq lots analysés. Ce résultat, obtenu par dénombrement sur milieu VRBG selon la méthode ISO215282, est conforme aux normes en vigueur **JORA, (2017)** qui fixent la limite maximale acceptable à 100UFC/g. L'absence de ces micro-organismes témoigne d'une bonne maîtrise de l'hygiène lors de la fabrication. Ces résultats confirment donc la qualité microbiologique satisfaisante des matières premières utilisées par l'unité Tchir- Lait/Candia et reflètent l'application rigoureuse des bonnes pratiques de production et de conservation (Garbaj et al., 2023 ; Salter et al., 2020).

III.3.1.2 Eau de process

L'eau de process utilisée pour la reconstitution du lait doit être propre à la consommation, exempte de germes pathogènes et ne contenant qu'une flore banale réduite (**JORA, 2017**). Les analyses microbiologiques effectuées sur trois échantillons d'eau traitée destinée au process ont porté sur la recherche des coliformes totaux et fécaux, d'*Escherichia coli*, ainsi que des bactéries anaérobies sulfito-réductrices, y compris les spores.

Les résultats montrent une absence totale de contamination : aucun coliforme, *E. coli* ou spores n'a été détecté. L'absence de coliformes fécaux confirme que l'eau n'a pas subi de contamination d'origine fécale, condition indispensable pour garantir sa salubrité (**Odonkor et Mahami, 2020 ; Tambi et al., 2023**). L'absence de spores évite en outre tout risque lié à la production d'H₂S, gaz toxique et corrosif (**Stelma, 2018**).

Ces résultats s'expliquent par la qualité intrinsèque de l'eau utilisée, qui est une eau de consommation courante déjà traitée et adoucie, mais également par l'efficacité des traitements supplémentaires appliqués au sein de la laiterie, notamment la filtration membranaire et l'exposition aux rayons UV, permettant d'éliminer toute flore résiduelle.

L'eau de process analysée présente une excellente qualité microbiologique, conforme aux normes en vigueur **JORA, (2017)** et adaptée à une utilisation dans le processus de fabrication laitière.

III.3.1.3 Matière grasse végétale

L'huile de coco importée par Tchén-Lait/Candia a montré une absence totale des germes recherchés : les bactéries aérobies, les levures, les moisissures et *Escherichiacoli*. Ces résultats sont conformes aux normes réglementaires fixées par la **J.O.R.A.n°39(2017)**, qui fixe les seuils de <10² UFC/g pour les levures, <10³ UFC/g pour les bactéries aérobies à 30 °C, et <40 UFC/g pour *E. coli*.

• **Bactéries aérobies** : leur absence confirme la qualité hygiénique du produit et traduit une bonne maîtrise du procédé de production, puisque leur présence en excès aurait été un indicateur de contamination et d'altération possible (**Giugliano et Musolino, 2023**).

- **Levures et moisissures** : leur non-détection témoigne d'une excellente stabilité microbiologique, ce qui garantit une conservation prolongée sans dégradation des qualités nutritionnelles et organoleptiques (**Alexieva et al., 2022**).
- ***Escherichia coli*** : son absence confirme l'application rigoureuse des bonnes pratiques d'hygiène, réduisant tout risque de contamination fécale et de pathologies associées (**Liu et al., 2022**).

III.3.2. Produit fini

III.3.2.1. Méthode classique

Les analyses microbiologiques réalisées sur le produit fini ont révélé une absence totale de flore totale aérobie mésophile (FTAM) dans l'ensemble des échantillons analysés. Les boîtes de Pétri observées après incubation étaient identiques aux témoins, confirmant l'absence de colonies bactériennes. La moyenne obtenue, soit ≤ 10 UFC/0,1 ml, est conforme aux exigences réglementaires fixées par la **J.O.R.A.n°39 (2017)** ainsi qu'aux normes internes de l'entreprise pour les laits UHT.

Ces résultats mettent en évidence la qualité sanitaire satisfaisante du produit, traduisant à la fois l'efficacité du traitement thermique (UHT) appliqué et le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de conditionnement aseptique tout au long du procédé de fabrication (**Engoru, 2023**).

III.3.2.2 Cytométrie

Les résultats des analyses microbiologiques du produit fini de la préparation culinaire, obtenus par cytométrie en flux, sont présentés dans le Tableau ci-après :

Tableau XIV : Les résultats des analyses microbiologiques du produit fini obtenus par cytométrie en flux

Tube	Date de fabrication	Résultats
Témoin négatif	20/04/2025	Négatif
Tube (1 -23)	20/04/2025	Négatif
Témoin positif	20/04/2025	Positif

L'évaluation microbiologique du produit fini par cytométrie en flux a confirmé l'absence de flore totale aérobie mésophile (FTAM) dans tous les échantillons analysés. En effet, l'ensemble des échantillons testés, y compris le témoin négatif, ont présenté des résultats négatifs, sans détection de flore totale aérobie mésophile (FTAM) au- de là du seuil critique de 150 Counts/ml. Seul le témoin positif a révélé la présence attendue de FTAM, validant ainsi la sensibilité et la fiabilité de la méthode.

Les résultats obtenus mettent en évidence une absence significative de contamination microbienne dans le produit fini, confirmant l'efficacité du traitement UHT ainsi que la rigueur des pratiques d'hygiène et de conditionnement aseptique appliquées tout au long du procédé de fabrication. La concordance parfaite entre les données issues de la cytométrie en flux et celles obtenues par la méthode classique renforce la fiabilité des résultats. La cytométrie en flux, reconnue comme une technique rapide et précise pour la détection des micro-organismes viables, sublétaux ou non cultivables (**Gunasekera et al., 2000 ; Berney et al., 2007**),

IV.4. Analyses sensorielles

IV.4.1. Caractérisation du produit

La caractérisation du produit vise à décrire ses propriétés organoleptiques à partir des résultats obtenus par le panel expert. Elle permet d'identifier les descripteurs les plus représentatifs du produit ainsi que ceux dont la variation entre les échantillons analysés n'est pas significative (**Genuer, 2011**).

• Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test consiste à classer les descripteurs en fonction de leur pouvoir discriminant, du plus élevé au plus faible. Les résultats de ce classement sont présentés dans la figure ci-après

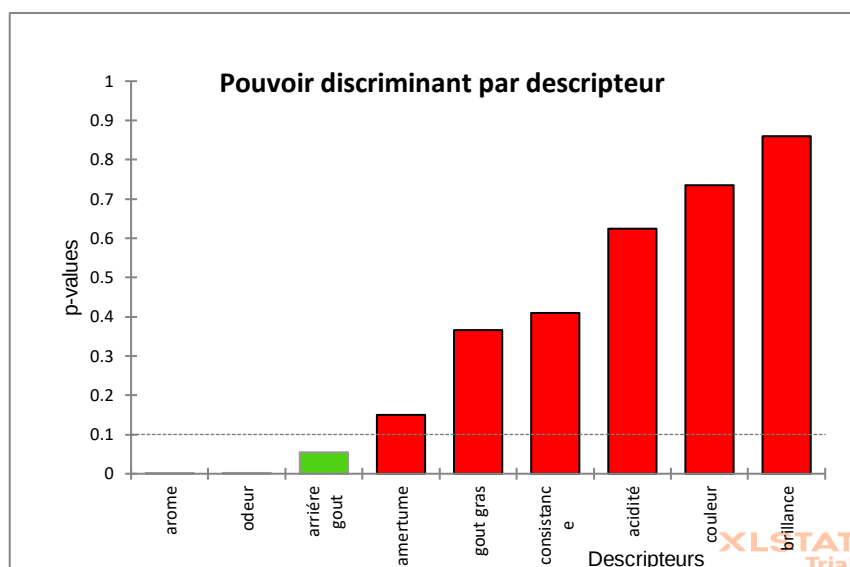


Figure 04 : Pouvoir discriminant par descripteur pour la préparation culinaire

L'histogramme montre que parmi tous les critères sensoriels évalués (brillance, couleur, acidité, consistance, goût gras, amertume, arôme, odeur, arrière-goût), seuls arôme, odeur et arrière-goût permettent réellement de différencier statistiquement les échantillons. Les autres (brillance, couleur, acidité, consistance, goût gras, amertume) ne sont pas discriminants, ce qui indique une forte similarité perçue par le panel pour ces aspects.

• Coefficients des modèles

Les graphes ci-après illustrent les attributs qui caractérisent les produits élaborés pour l'étude sensorielle effectuée. Les caractéristiques dont le coefficient est significativement positif sont données en bleu, en rouge celles dont le coefficient est significativement négatif et en blanc les caractéristiques dont les coefficients ne sont pas significatifs.

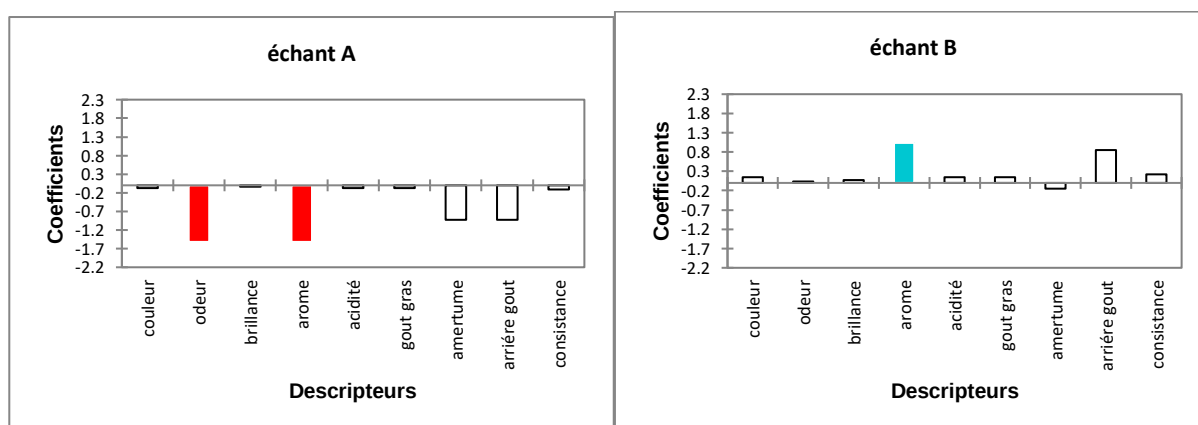


Figure 05 : Coefficients des modèles de la préparation culinaire

L'analyse sensorielle révèle que l'échantillon A se caractérise par l'absence de différences significatives pour la couleur, l'acidité, la brillance, la consistance, le goût gras, l'amertume et l'arrière-goût. En revanche, l'odeur et l'arôme présentent des coefficients négatifs significatifs (en rouge), traduisant une pauvreté sensorielle sur ces attributs.

À l'inverse, l'échantillon B présente une barre positive significative (en bleu) pour l'arôme, indiquant une intensité aromatique élevée. Les autres critères n'étant pas discriminants, le profil sensoriel de cet échantillon est dominé essentiellement par la dimension aromatique.

• Moyennes ajustées par produit

L'objectif de ce test est d'identifier les différences significatives entre les produits et les caractéristiques sensorielles évaluées. Les cellules en bleu indiquent des moyennes significativement supérieures à la moyenne globale, celles en rouge des moyennes significativement inférieures, tandis que les cellules en blanc correspondent à des valeurs non significativement différentes de la moyenne globale.

Tableau XV : Moyennes ajustées par produit (préparation culinaire).

	Couleur	Consistance	Acidité	Brillance	Gout gras	Arrière- goût	Arome	Odeur	Amertume
					3	3			
Échant B	2	3	1	3			4	4	3
Echant A	2	2	1	3	3	2	2	2	2

L'analyse sensorielle a montré des différences notables entre les deux échantillons A et B :

Échantillon B : se distingue uniquement par un arôme significativement positif, ce qui lui confère une supériorité aromatique par rapport à A, pour tous les autres descripteurs (couleur, consistance, acidité, brillance, goût gras, arrière-goût, odeur, amertume), aucune différence significative n'a été observée. Cela traduit un profil sensoriel plus riche et plus intense, marqué par une présence aromatique plus développée ainsi qu'une structure plus consistante.

Échantillon A : en revanche, présente des valeurs plus faibles et globalement proches de la moyenne pour la plupart des descripteurs (couleur, acidité, brillance et goût gras identiques à B). Il est marqué des descripteurs significativement négatifs liés à l'arôme, et à l'odeur, ce qui traduit un profil sensoriel plus doux, discret et peu expressif.

IV.4.2. Cartographie externe de préférence(PREFMAP)

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs aux caractéristiques organoleptiques des produits déterminées par le panel expert. Cette approche est essentielle car c'est sur cette base que les équipes marketing pourront adapter les produits aux goûts des consommateurs.

Pour réaliser cette carte de préférence, il faut d'abord un ACP et une CAH.

• Analyse en composantes principales (ACP)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est l'une des méthodes d'analyse multi variée les plus couramment utilisées. Elle peut être considérée comme une technique de projection qui consiste à construire de nouvelles variables, appelées composantes principales. Celles-ci correspondent à des combinaisons linéaires des variables initiales, obtenues à partir d'un ensemble de n variables (Tufféry, 2005).

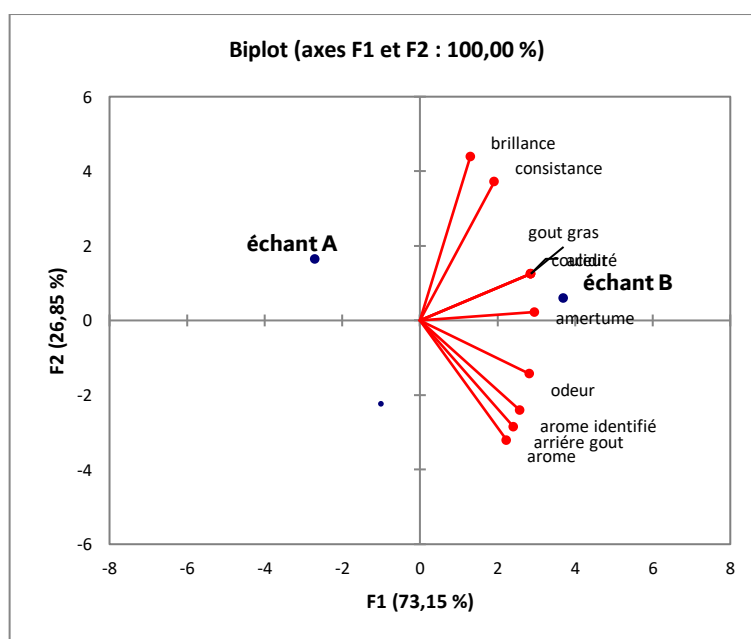


Figure 06 : Corrélation entre les variables sensorielles et les facteurs de la préparation culinaire (échantillons A et B).

On observe que les produits ont été perçus par le jury expert comme assez différents vu que tous les descripteurs sont représentés dans le cercle et qu'un niveau de 100 % de la variabilité a été enregistré pour Les produits situés dans différents quadrants sont sensiblement différents sur le plan sensoriel, tandis que ceux dans le même quadrant partagent des similitudes.

Les résultats révèlent que les attributs de texture (couleur, consistance, brillance) sont positivement corrélés entre eux et se rapprochent de l'échantillon B. En parallèle, les attributs liés au goût et à la perception aromatique (arôme, odeur, arrière-goût) forment un groupe

corrélé, traduisant une association sensorielle cohérente.

- **Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

Des regroupements successifs produisent un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus. Ce dendrogramme représente une hiérarchie de partitions. Ce qui permet de choisir une partition en tronquant l'arbre à un niveau donné, le niveau dépendant soit des contraintes de l'utilisateur (l'utilisateur sait combien de classes il veut obtenir), soit de critères plus objectifs (Everitt et al. 2001).

Le graphique ci-dessous illustre le profil des différentes classes obtenues.

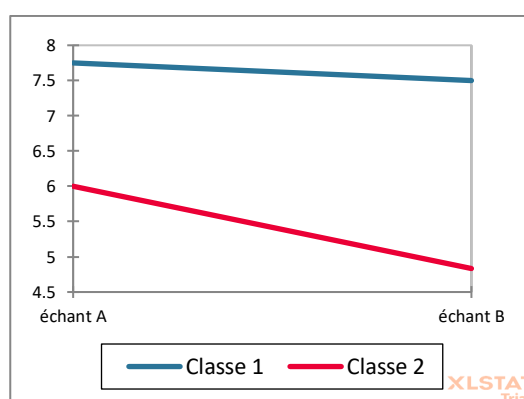


Figure 07 : Profil des classes créées des échantillons A et B

L'application de l'analyse des données CAH génère plusieurs tableaux et graphes. Le graphe du profil des classes (réalisé à partir des données de préférences) permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées.

On remarque que la classe 1(en bleu) et la classe 2 (en rouge) préfèrent échantillon A (sans huile de lentisque).

- **Courbes de niveau et carte des préférences PREFMAP**

Cet études a été mené afin d'identifier les préférences des consommateurs vis-à-vis de nos produits et de comprendre les critères déterminants dans leur choix.

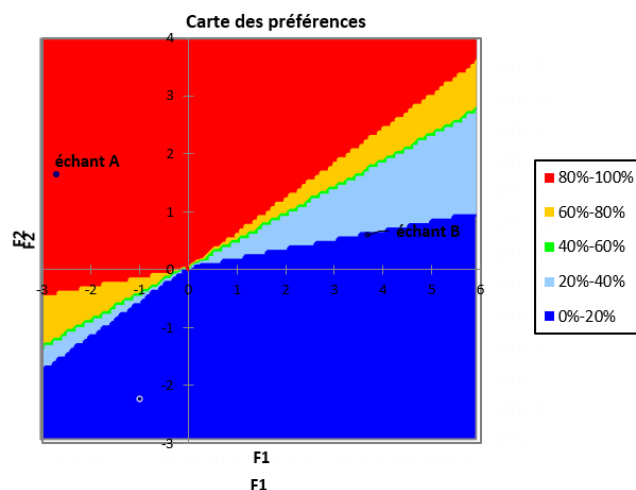


Figure 08 : Carte de préférence des deux échantillons

D'après la figure de préférences, l'échantillon A ressort comme le plus apprécié, recueillant l'adhésion de 80 à 100 % des consommateurs. À l'inverse, l'échantillon B n'a été préféré que par une proportion réduite de 0 à 20 % des consommateurs techniques et évaluations sensorielles pour le développement de produits innovants et acceptables.

Cette étude a permis de suivre de manière rigoureuse la qualité des matières premières utilisées, ainsi que celle du produit fini, d'une préparation culinaire «Le Maître Cuisinier», produite par l'entreprise «Tchin Lait Candia», puis d'évaluer l'effet d'addition de l'huile essentielle de lentisque dans cette dernière.

En effet, les résultats des différentes analyses obtenus dans le cadre de ce travail confirment que la poudre de lait et l'eau de process présentent une qualité irréprochable, aussi bien sur le plan bactériologique que physico-chimique. De plus, la préparation culinaire finale répond parfaitement aux normes de sécurité alimentaire, avec une absence totale de germes pathogènes, témoignant ainsi d'un bon respect des bonnes pratiques d'hygiène tout au long du processus de fabrication. Ces données mettent en évidence l'efficacité des procédures de contrôle mises en place et soulignent l'importance d'une bonne maîtrise des paramètres de production pour garantir un produit sûr et de qualité.

Les analyses physico-chimiques réalisées ont permis de démontrer que l'ajout de 0,05 % d'huile essentielle de lentisque dans la préparation culinaire n'a entraîné aucune altération des paramètres clés tels que le pH, la teneur en matières grasses, les protéines, l'extrait sec total ou encore la densité du produit. L'ensemble de ces valeurs est resté conforme aux normes établies par le Codex Alimentarius, attestant ainsi de la bonne stabilité physico-chimique du produit enrichi. Ces résultats confirment que l'incorporation de cette huile essentielle peut être envisagée sans compromettre la qualité globale du produit.

Sur le plan antioxydant, l'incorporation d'huile essentielle de lentisque a permis d'améliorer de manière importante les propriétés antioxydant de la préparation culinaire. Les résultats des tests de piégeage des radicaux libres (DPPH) et de chélation des ions ferreux ont mis en évidence une nette augmentation de l'activité antioxydante, passant respectivement de 39,85 % à 56,08 % d'inhibition pour le DPPH, et de 29,86 % à 54,62 % pour la chélation du fer. Ces données confirment l'efficacité de l'huile essentielle de lentisque en tant qu'agent antioxydant naturel, capable de limiter l'oxydation lipidique et, par conséquent, de prolonger la durée de vie du produit. Ces résultats s'inscrivent en cohérence avec les observations précédemment rapportées dans la littérature scientifique.

Sur le plan microbiologique, aucune contamination n'a été détectée, dans le produit fini après ajout d'huile essentielle.

En ce qui concerne l'évaluation sensorielle, l'échantillon enrichi en huile essentielle de lentisque s'est distingué par un arôme et une odeur plus intense, qui n'ont toutefois pas été pleinement appréciés par les consommateurs. L'échantillon témoin, dépourvu d'huile essentielle, a été globalement préféré.

Cette étude ouvre des perspectives intéressantes pour l'utilisation d'huiles essentielles comme agents naturels de conservation ou d'aromatisation dans les produits laitiers et analogues. Toutefois, leur application nécessite des investigations complémentaires, notamment sur leur stabilité à long terme, leur interaction avec la matrice alimentaire et leur acceptabilité sensorielle.

De manière plus large, ce travail met en évidence l'intérêt d'intégrer des extraits naturels dans les formulations alimentaires, tout en soulignant la nécessité d'une approche multidisciplinaire combinant analyses physico-chimiques, microbiologiques, antioxydante et sensorielles pour le développement de produits à la fois innovants, sûrs et acceptés par les consommateurs.

-A-

- Achat, S., Tomao, V., Madani, K., Chibane, M., Elmaataoui, M., Dangles, O., & Chemat, F. (2012). Direct enrichment of olive oil in ol europein by ultra sound-assisted macerationat laboratory and pilot plant scale. *Ultra sonics Sono chemistry*, 19(4), 777-786
- Abdullah, Z., Taip, F. S., Kamal, S. M. M., & Rahman, R. Z. A. (2020). Nonlinear model-based in ferential control of moisture content of spray dried coconu tmilk. *Foods*, 9(9), 1177.
- AFNOR. (1999).Étude hygroskopique Lait et produits laitiers. Edition : AFNOR. Paris. P
- Agria Grand Est L'eau en industrie agroalimentaire # DOSSIER THÉMATIQUE Juin
- Albert, I., Gérard, N., Napoleon, M., &Mélance, N. (2024). Knowledge of Production Conditions and the Quality of Raw Milk Produced in Burundi
- Alexieva, I., Baeva, M., Popova, A., Fidan, H., Goranova, Z., &Milkova-Tomova, I. (2022). Development and application of edible coatings with *Malva sylvestris* L. Extract to extend shelf-life of small loaf. *Foods*, 11(23), 3831.
- Amara,N. (2019). Activité antimicrobienne de l'huile essentielle des fruits du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). *Agro biologia*, 9(2), 1669-1676.
- Anihouvi, P, Danthine, S, Karamoko, G, &Blecker, C. (2012). Les crèmes végétales : une alternative aux crèmes lactières (synthèse bibliographique). BASE.
- Arveng Training. (2019). Problems in industry due to water hardness. Arveng Training & Engineering.
- Aydogdu, T., O'Mahony, J. A., & McCarthy, N. A. (2023). pH, the fundamentals for milk and dairy processing: A review. *Dairy*, 4(3), 395-409.01

-B-

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., &Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.
- Bammou, M., Daoudi, A., Slimani, I., Najem, M., Bouiamrine, E. H., Ibijbijen, J., &Nassiri, L. (2015). Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of applied biosciences*, 86, 7966-7975.

- Benallegue H., Debeche S. (2015). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de trois marques du lait U.H.T, (Condia, Obi et Hodna).Memoire de fin d'étude en biologie. Université des frères Mentouri Constantine. p 19 – 25)
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., & Panovska, T. K. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of the Pistacia lentiscus and Pistacia atlantica extracts. African journal of pharmacy and pharmacology, 2(2), 022-028.
- Berney, M., Hammes, F., Bosshard, F., Weilenmann, H. U., & Egli, T. (2007). Assessment and interpretation of bacterial viability by using the LIVE/DEAD BacLight Kit in combination with flow cytometry. Applied and environmental microbiology, 73(10), 3283-3290.
- Bjørlie, Mads, Rachel Irankunda, Betül Yesiltas, Ann-Dorit Moltke Sørensen, Jean-Michel Girardet, Sandrine Boschi-Müller, Charlotte Jacobsen, & Laetitia Canabady-Rochelle. (2024). Metal-chelating antioxidant peptides: Biosensor screening methods as alternatives to the ferrozine assay. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 101(9), 827-837.
- Boucheffa, S., Sobhi, W., Attoui, A., Selli, S., Kelebek, H., Semmeq, A., & Benguerba, Y. (2022). Effect of the main constituents of Pistacia lentiscus leaves against the DPPH radical and xanthine oxidase: experimental and theoretical study. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 40(20), 9870-9884
- Boularak A. (2005). Ministère du commerce : Guide des déterminations analytiques des laits et produits laitiers. La Direction Générale du contrôle Economique et de la Répression des Fraudes.

-C-

- Carr, N. O., & Hogg, W. F. (2005). A manufacturer's perspective on selected palm-based products. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 14(4), 381.
- Charby, J., Hébel, P., & Vaudaine, S. (2017). Dairy products in France : market evolution and role in the diet.

- Codex Alimentarius , normes alimentaires international, NORME SUR LES LAITS EN POUDRE ET LA CRÈME EN POUDRE CXS 207-1999 Adoptée en 1999. Amendée en 2010, 2013, 2014, 2016, 2018, 2022, 2023
- Codex Alimentarius. (2003). Norme pour les laits fermentés CXS 243-2003
- Codex Alimentarius. (2019). Standard for Named Vegetable Oils (CODEX-STAN 210-1999), amended 2019. FAO/WHO, Rome.
- Codex Alimentarius Commission. (1976). Norme pour la crème et les crèmes préparées (CODEX STAN 288-1976). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

-D-

- Danthine, S., Blecker, C., & Paquot, M. (2012). Les substituts de la crème laitière : composition, propriétés et applications. *Oilseeds& fats, Crops and Lipids (OCL)*, 19(6), 363–368
- Deosarkar SS., Khedkar CD, 2016. Cream: Types of Cream. *Encyclopedia of Food and Health*. pp 331-337
- Dob, T., Dahmane, D., & Chelghoum, C. (2006). Chemical composition of the essential oils of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 18(3), 335-338.

-E-

- Emerson Process Management. (2015). Conductivity measurement: A hidden key to dairy in dustry success. Emerson
- Engoru, D. (2023). Assessment of the factors associated with contamination of raw milk produced in Okilesub-county, Kaberamaido district.
- European Commission. (2008). Guidance document describing the food categories in Part E of Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 on Food Additives.
- Everett, D. W. (2007). Cream and related products. In N. K. Sinha (Ed.), *Hand book of Food Products Manufacturing* (Vol. 1, pp. 259–280). John Wiley & Sons.
- Everitt, B. S., Landau, S., & Leese, M. (2001). *Cluster Analysis* (4^e éd.). London : Arnold.

-F-

- FAO/WHO. (2011). Codex Standard for Milk Powders and Cream Powder (CODEXSTAN 207-1999, Adopted in 1999. Revision 2011). Rome : FAO/WHO, Codex Alimentarius Commission
- Faur, A. (1992). Biochimie du lait et des produits laitiers. Paris : Technique et Documentation – Lavoisier
- Feldsine, P. T., Leung, S. C., Lienau, A. H., Mui, L. A., & Townsend, D. E. (2003). Enumeration of Total Aerobic Microorganisms in Foods by SimPlate® Total Plate Count–Color Indicator Methods and Conventional Culture Methods: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 86(2), 257-274
- Ferioli. et Caboni M. F., (2008). Effect of different storage conditions on the lipid fraction of a vegetable cream. *Journal of Food Quality* 31. pp 446–464
- Floren, H. K., Sischo, W. M., Crudo, C., & Moore, D. A. (2016). Use of a digital and an optical Brix refractometer to estimate total solids in milk replacer solutions for calves. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 7517-7522

-G-

- Gaiani, C., Schuck, P., Scher, J., Desobry, S., & Banon, S. (2007). Dairy powder rehydration: influence of protein state, incorporation mode, and agglomeration. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 570-581.
- Gaiani, C., Schuck, P., Scher, J., Desobry, S., & Banon, S. (2010). Physical characterization of whole and skim dried milk powders. *Dairy Science & Technology*, 90(2-3), 149-167.
- Gandon, Y., Petit, A., & Dechy, M. F. (1974). Le lait UHT en conditionnement "Tetra Brik" aseptique. *Le Lait*, 54(539-540), 645-655.
- Garbaj, A. M., Farag, S. A., Sherif, J. A., Lawila, A. F., Eshamah, H. L., Azwai, S. M., ... & Eldaghayes, I. M. (2023). Thermal tolerance of *Crono bacter sakazakii* and *Cronobacter pulveris* in reconstituted infant milk formula. *Open Veterinary Journal*, 13(1), 108-113.
- Gaur, V., Schalk, J., & Anema, S. G. (2018). Sedimentation in UHT milk. *International Dairy Journal*, 78, 92-102.

- Genuer, R. (2011). Analyse de données avec R, François Husson, Sébastien Lê et Jérôme Pagès, Édition : Presses Universitaires de Rennes–Collection Pratique de la statistique–2009. Statistique et Enseignement/Statistique et Société, 2(2), 83-84.
- Giugliano, R, & Musolino, N. (2023). Soy, Rice and Oat Drinks : Investigating Chemical and Biological Safety in Plant-Based Milk Alternatives. Journal of Food Science and Technology, 14(13), 7996.
- GSO (2016). Standardization organization. Cream analogue. ICS : 67.100.01, pp. 1-6.
- Guiraud, J. P. (2003). Microbiologie alimentaire. Paris : Dunod, 651 p
- Guiraud J., Et Galzy P.(1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Ed. Dounod, Paris. Pp. 119-125.
- Gunasekera, T. S., Attfield, P. V., & Veal, D. A. (2000). A flow cytometry method for rapid detection and enumeration of total bacteria in milk. Applied and environment al microbiology, 66(3), 1228-1232.

-H-

- Hachana, Y., Aouini, W., Lanouar, L., & Guider, M. (2018). Influence of raw milk quality on skimmed milk powder quality.
- Hachana, Y., Aouini, W., Lanouar, L., & Guider, M. (2020). Influence of raw milk quality on skimmed milk powder quality. Journal of Nutrition and Science, 73(50), 440.
- Harper J. W.(2000). Synthetic and imitation dairy products, in ECT 3rd ed., vol. 22, p. 465– 498.
- Hartel, R. W., von Elbe, J. H., Hofberger, R., Hartel, R. W., von Elbe, J. H., & Hofberger, R. (2018). Fondants and Creams. Confectionery science and technology, 245-272.
- Hounhouigan, J. D., Rouzière, A., Noël, J. M., Bricas, N., Marouzé, C., & Raoult-Wack, A. L. (1997). Relance de la filière de production d'huile de coco par la technique de séchage-friture. Ed. Tec et Doc.

-I-

- Ibrahim, D. R. I. S. (2018). STUDY OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PISTACIA LENTISCUS ESSENTIAL OIL. Acta Health Medica, 3(4), 273-273.
- Ion Exchange. (2025). Water hardness scale and it s industrial impact. Ion Exchange Global.

- ISO. (2008). ISO 707 :2008 – Lait et produits laitiers — Directives pour l'échantillonnage. Organisation internationale de normalisation.
- ISO 3960 (2017).Animal and vegetable fats and oils — Determination of peroxide value — Iodometric (visual) end point determination.
- ISO 5537 & IDF 26 (2004). Dried milk — Determination of moisture content (Reference method).

-J-

- Joffin, C ., & Joffin, J.N. (2003). Microbiologie alimentaire. 5émeedition : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, 344p.
- Johnson, D. R., & Decker, E. A. (2015). The role of oxygen in lipid oxidation reactions: are view. Annual review of food science and technology, 6(1), 171-190.
- Jones, P., Smith, R., & amp; Williams, A. (2021).Monitoring Titratable Acidity in Milk Powders: Indicators of Bacterial Contamination. Journal of Dairy Science, 104(5), 2348-2356.
- J.O.R.A. (2005). Décret exécutif n° 05-357 du 17 Chaâbane 1426 correspondant au 21 septembre 2005. Journal Officiel de la République Algérienne 354.
- JORA.N° 39. (2017). JOURNAL officiel de la république algérienne n 39 Arrêté interministériel du 8 Chaoual 1438 2 juillet 2017. Critères microbiologiques des denrées alimentaires.
- Juilerat M.A., et Badoud R.(2010). Acides aminés et protéines. In : « Science et technologie des aliments. Edition. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne. Pp. 80-82
- July 2012 Biotechnology, Agronomy and Society and Environment• 16(3):344-359

-K-

- 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.
- Kley, D. H., Lynch, J. M., Barbano, D. M., Bloom, M. J., & Mitchell, M. W. (2001).Determination of Fat in Raw and Processed Milks by the Gerber Method: Collaborative Study.Journal of AOAC International, 84(5), 1499–1508.

- Konieczny, M., Rhein, P., Czaczyk, K., Białas, W., & Juzwa, W. (2021). Imaging flow cytometry to study bio film-associated microbial aggregates. *Molecules*, 26(23), 7096.
- Koutsoudaki, C., Krsek, M., & Rodger, A. (2005). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* Var. chia. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(20), 7681-7685.

-L-

- Labidi, A. (2020). Dosage des chlorures (méthode de Mohr) (Technical Report No 3). National Institute of Applied Sciences and Technology (INSAT).
- Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachoui, M., Berny, E., & Ouhssine, M. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148(2009), 7-16.
- Lapointe-Vignola, C. (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses internationales polytechnique.
- Lecerf, J.-M. (2011). "Les huiles végétales : particularités et utilités : Vegetable oils: Particularities and usefulness." *Médecine des Maladies Métaboliques* 5. p 257-262.
- Liu, S., Roopesh, M. S., Tang, J., Wu, Q., & Qin, W. (2022). Recent development in low-moisture foods: Microbial safety and thermal process. *Journal of Food Science and Technology*, 59(4), 1234–1245.
- Lopez, A., Garcia, M., & Johnson, P. (2022). Moisture Control and Protein Solubility in Industrial Milk Powder Applications. *Journal of Food Engineering*, 130, 10-19.
- Lubin D. (1998). Lait de consommation in « Luppian J. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humains ». Collection FAO (Food Agriculture Organisation
- Lundin, J. (2013). Investigation of how different fat systems and other ingredients affect the properties of whipping creams based on vegetable fat

-M-

- Mathieu J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Ed Lavoisier Technologie et Document, chapitre 3, ISBN, Lavoisier, Paris. p195-197.

- McCarthy, W. P., O'Callaghan, T. F., Danahar, M., Gleeson, D., O'Connor, C., Fenelon, M. A., & Tobin, J. T. (2018). Chlorate and other oxychlorine contaminants within the dairy supplychain. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(6), 1561-1575.
- Mecherara-Idjeri, S., Hassani, A., Castola, V., & Casanova, J. (2008). Composition and chemical variability of the essential oil from *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Algeria part I: leaf oil. *Journal of Essential Oil Research*, 20(1), 32-38.
- Mishra, A.P., Devkota, H.P., Nigam, M., Adetunji, C.O., Srivastava, N., Saklani, S., Shukla, I., Azmi, L., Shariati, M.A., Coutinho, H.D.M. and Khaneghah, A.M. (2020). Combination of essential oils in dairy products: A review of their functions and potential benefits. *Lwt*, 133, 110116.
- Metheny, N. A., Gunn, E. M., Rubbelke, C. S., Quillen, T. F., Ezekiel, U. R., & Meert, K. L. (2017). Effect of pH test-strip characteristics on accuracy of readings. *Critical Care Nurse*, 37(3), 50-58.
- Mettler-Toledo. (2002). Guide d'analyse de l'humidité : principes et méthodes de mesure avec dessiccateur halogène. Mettler-Toledo International Inc.
- Meunier-Goddik L., 2012. Sour Cream and Crème Fraîche. In book : hand book of animal based fermented food and beverage technologie, second edition, pp.235-246.
- Milia, E., Bullitta, S. M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., Quartu, M., Bortone, A., & Eick, S. (2021). Leaves and fruits preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A review on the ethno pharmacological uses and implications in inflammation and infection. *Antibiotics*, 10(4), 425.
- Muthwill F., Berger J-F., Lecoq M. (1998). Le conditionnement en continu des Liquides alimentaires en complexe de papier, polyéthylène et aluminium. In : « L'emballage des denrées alimentaires de grandes consommation ». 2e Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. p. 604.

-O-

- Odonkor, S. T., & Mahami, T. (2020). *Escherichia coli* as a tool for disease risk assessment of drinking water sources. *International Journal of Microbiology*, 2020(1), 2534130.

-P-

- Parmar, P., Lopez-Villalobos, N., Tobin, J. T., Murphy, E., Mc Donagh, A., Crowley, S. V, & Shalloo, L. (2020). The effect of compositional changes due to seasonal variation on milk density and the determination of season-based density conversion factors for use in the dairy industry. *Foods*, 9(8), 1004.
- Parmar, H. S. (2003). Titratable acidity test procedure \[Procédure d'acidité titrable]. In *Determination of acidity in fermented whey*.
- Philip M. (2006). Innovation in milk powder technology. *International Journal of Dairy Technology*. Ireland. 59, p 69-75.

-R-

- Rakib, M. R. H., & Habib, R. (2014). Development of turbidity index as field method to detect mixing of heated milk with raw milk. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 43(2), 123–127.
- Ramesh, L., BV Latha, L., & Kumar Mukunda, C. (2022). Identification and characterization of metal-chelating bioenhancer peptide derived from fermented *Citrullus lanatus* seed milk. *Journal of Food Biochemistry*, 46(7), e14102.
-
- Rasane, P., Sharma, N., Fatma, S., Kaur, S., Jha, A., Kaur, D., & Singh, J. (2020). Ultra-high temperature (UHT) processing: Technological significance and updates. *Current Nutrition & Food Science*, 16(8), 1183-1195
- Rejsek, F. (2002) *Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques*. Scéren (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. 360p.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L, (2005). L'analyse microbiologique des eaux. In : l'analyse de l'eau. Eds. Dunod, Paris, pp. 745-862.
- Ryabova, A. E., Semipyatny, V. K., & Galstyan, A. G. (2023). Effects of storage conditions on milk powder properties. *Journal of dairy science*, 106(10), 6741-6758.

-S-

- Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Mättö, J., & Mattila-Sandholm, T. (2000). Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of biotechnology*, 84(3), 197-215.
- Salter, R. S., Durbin, G. W., Martinez, D., Bird, P., Bastin, B., & Crowley, E. (2020). AOAC-OMA/Micro Val Harmonized Validation of Peel Plate™ EB (Enterobacteriaceae Bacteria), First Action 2018.05. *Journal of AOAC International*, 103(6), 1588-1603.
- Sarmila, K. C. (2023). Determination of peroxide value in fats and oils. **The Science Notes*.
- Sehaki, C., Jullian, N., Choque, E., Dauwe, R., Fontaine, J. X., Molinie, R., . &Gontier, E. (2022). Profiling of essential oils from the leaves of *Pistacia lentiscus* collected in the Algerian region of Tizi-Ouzou : Evidence of chemical variations associated with climatic contrasts between littoral and mountain samples. *Molecules*, 27(13), 4148.
- Shamsi, Y. A., Yueoff, K., &Jinap, S. (2000). Development of non-dairy whipping cream using palm kernel, palm kernelolein and palm stearin. UPM research report, vol II, section 2- extended abstracts.
- Sina (1992). Contrôle de qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA. Thèse de doctorat, Université cheikh Anta Diop de Dakar
- Souza, D. T., & Torres, P. H. C. (2021). Greening and Just Cities: Elements for Fostering a South-North Dialogue Based on a Systematic Literature Review. *Sustainability*, 13(12), 6669.
- Stobiecka, M., Król, J., & Brodziak, A. (2022). Antioxidant activity of milk and dairy products. *Animals*, 12(3), 245.
- Stelma Jr, G. N. (2018). Use of bacterial spores in monitoring water quality and treatment. *Journal of Water and Health*, 16(4), 491–500.

-T-

- Tambi, A., Brighu, U., & Gupta, A. B. (2023). Methods for detection and enumeration of coliforms in drinking water : areview. *Water Supply*, 23(10), 4047-4058.

- Tetra Pak. (2015). Dairy Processing Hand book (3^e éd.). Lund, Suède : Tetra Pak Processing Systems AB.
- Tufféry, S. (2005). Data mining et statistique décisionnelle : l'intelligence dans les bases de données. Editions Technip.

-V-

- Varnam, A. H., & Sutherland, J. P. (1994). Cream and cream-based products. In Milk and Milk Products: Technology, chemistry and microbiology (pp. 183-223). Boston, MA: Springer US.
- Varnam, A., & Sutherland, J. P. (2001). Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Vegetal creams: An alternative to dairy creams. A review
- Vignola, (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait. Québec : presse internationale polytechnique, ISBN, p 600.
- Vierling (1999). Aliments et boissons : Filières et produits. FRANCE. 78
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2010). Spices as functional foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 51(1), 13-28.

-W-

- Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T., & Geurts, T. J. (2005). Dairy science and technology. CRC press.
- World Health Organization. (2004). Guidelines for drinking-water quality (Vol. 1). World health organization.
- World Health Organization. (2023). Safety and quality of water use and reuse in the production and processing of dairy products: meeting report. World Health Organization.

-Z-

- Zhao, H., Fan, W., Dong, J., Lu, J., Chen, J., Shan, L., ... Kong, W. (2016). Evaluation of antioxidant activities and total phenolic contents of typical malting barley varieties. Food Chemistry, 107(1), 296-304

- ZITOUNI, A., CHEKROUN-BECHLAGHEM, N., GHEMBAZA, N., & BELYAGOUBI-BENHAMMOU, N. (2023). Lentisk fruits (*Pistacia lentiscus* L.) as sources of phytochemicals with potential health benefits: A review. *Journal of Natural Product Research and Applications*, 3(01), 27-44.
- Zrira, S., Elamrani, A., & Benjlali, B. (2003). Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Morocco—a seasonal variation. *Flavour and fragrance journal*, 18(6), 475-480.

Annexe I :

Présentation de l'entreprise Tchín-lait CONDIA

L'entreprise Tchín Lait / Candia est implantée à l'entrée de la ville de Bejaïa, sur la route nationale n°12, à proximité de l'aéroport (2 km) et du port (1 km). L'usine s'étend sur une superficie de 6 000 m². Constituée en SARL de droit algérien, elle dispose d'un capital social de 1 000 000 000 DA. La franchise, lancée en 1999, est devenue opérationnelle en 2001. À l'origine, Tchín lait était une entreprise familiale créée en 1954 et spécialisée dans les boissons gazeuses, ce qui lui a permis de développer une solide expertise dans le conditionnement des liquides. Face à la concurrence accrue des multinationales dans ce secteur, l'entreprise a réorienté sa stratégie vers la production de lait UHT, donnant ainsi naissance à Tchín Lait."

Annexe II :

Questionnaire d'analyse sensorielle – préparation culinaire à valeur ajoutés

-Panel expert-

Informations générales du participant

• Nom : _____

• Sexe : ☐Homme ☐Femme

• Date : ____ / ____ / ____ :

Dans le cadre d'une analyse sensorielle visant à évaluer la préparation culinaire à base de l'huile de lentisque, vous allez déguster deux échantillons codés de manière aléatoire : A, B

Cette évaluation a pour objectif de recueillir vos perceptions sensorielles (aspect, odeur, goût, arrière-goût...etc.) de manière objective et indépendante.

☐ Merci de rincer votre bouche entre les deux échantillons, Pour chaque échantillon, vous évalueriez les caractéristiques sensorielles en attribuant une note comprise entre 1 et 5.

1. Couleur :

1. Très claire (blanche)
2. Claire (crème pale)
3. Moyennement
4. Foncé
5. Trop foncé

Échantillons A	Échantillons B

2. Aspect :

- 1- Aucune brillance

- 2- Faible brillance
- 3- Modérément brillant
- 4- Bien brillant
- 5- Très brillant

Échantillons A	Échantillons B

3. Odeur :

- 1- Très faible intense
- 2- Légère intense
- 3- Modérément intense
- 4- Forte intense
- 5- Très forte intense

Échantillons A	Échantillons B

4. Arôme :

- 1. Absence d'arôme.
- 2. Légère intensité.
- 3. Intensité équilibrée.
- 4. Forte intensité.
- 5. Très forte intensité.

Échantillons A	Échantillons B

5. Acidité :

- 1. Aucune sensation acide
- 2. Légèrement acide
- 3. Agréablement acide
- 4. Très acide
- 5. Extrêmement acide

Échantillons A	Échantillons B

6. Gout :

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

Échantillons A	Échantillons B

7. Arrière-gout :

Échantillons A	Échantillons B

1. Absent
2. faible
3. Moyen
4. Fort
5. Très fort

--	--

8. Amertume :

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

Échantillons A	Échantillons B

9. Consistance :

1. Très liquide
2. Liquide
3. Moyenne
4. Épaisse
5. Très épaisse

Échantillons A	Échantillons B

10. Arôme identifié :

1. Aucun
2. Romarin
3. Lentisque
4. Le thym
5. Le pin

Échantillons A	Échantillons B

11. Préférence globale :

Vous pouvez attribuer une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence personnelle, en référence à l'échelle ci-dessous.

- 1 : Extrêmement désagréable
- 2 : Très désagréable
- 3 : Désagréable
- 4 : Assez désagréable

Échantillons A	Échantillons B

5 : Ni agréable ni désagréable

6 : Faiblement agréable

7 : Agréable

8 : Très agréable

9 : Extrêmement agréable

Résumé

Cette étude avait pour but d'évaluer la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle d'une préparation culinaire UHT, ainsi que l'effet de l'incorporation de 0,05 % d'huile essentielle de lentisque sur ses propriétés fonctionnelles. La méthodologie a consisté à analyser les matières premières, le produit fini avec ou sans en huile essentielle, selon un plan incluant des tests physico-chimiques (pH, stabilité), microbiologiques (UFC/ml, cytométrie), sensoriels (panel de 10 experts), et antioxydants (DPPH et chélation du fer). Les résultats montrent que la préparation présente une excellente stabilité physico-chimique, confirmée par les tests d'étuvage à différentes températures, avec un pH stable et une bonne résistance thermique. Sur le plan microbiologique, les échantillons sont restés conformes aux normes, sans contamination détectée. L'analyse sensorielle révèle que l'addition d'huile essentielle n'altère pas la couleur, la consistance ou le goût, tout en conférant une note aromatique spécifique appréciée par une partie du panel. L'évaluation antioxydante a mis en évidence une nette amélioration : l'inhibition DPPH atteint 56,08 % avec huile essentielle contre 39,85 % sans, et la chélation du fer passe de 29,86 % à 54,62 %, confirmant un apport intéressant en phénols et en terpènes. L'incorporation d'huile essentielle de lentisque améliore les propriétés fonctionnelles et antioxydantes de la préparation sans compromettre sa stabilité ni sa sécurité, ouvrant la voie à son utilisation comme ingrédient naturel à valeur ajoutée dans l'agroalimentaire.

Mots-clés : Préparation culinaire UHT, qualité physico-chimique, aspect microbiologique, huile essentielle de lentisque, activité antioxydante, analyse sensorielle.

Abstract

This study aimed to evaluate the physico-chemical, microbiological, and sensory quality of a UHT culinary preparation, as well as the effect of incorporating 0.05% lentisk essential oil on its functional properties. The methodology involved analyzing raw materials and the final product, with or without the essential oil, following a protocol that included physico-chemical tests (pH, stability), microbiological assessments (CFU/mL, cytometry), sensory evaluations (10-member expert panel), and antioxidant activity measurements (DPPH and iron chelation).

The results showed that the preparation exhibited excellent physico-chemical stability, confirmed by incubation tests at different temperatures, with stable pH and good thermal resistance. Microbiological analysis indicated that all samples met safety standards, with no contamination detected. Sensory analysis revealed that the addition of essential oil did not alter color, texture, or taste, while imparting a specific aromatic note appreciated by part of the panel. Antioxidant evaluation demonstrated a clear improvement: DPPH inhibition increased to 56.08% with essential oil, compared to 39.85% without, and iron chelation rose from 29.86% to 54.62%, confirming a valuable contribution of phenolic and terpene compounds. The incorporation of lentisk essential oil enhanced the functional and antioxidant properties of the preparation without compromising its stability or safety, supporting its potential use as a natural value-added ingredient in the agri-food industry.

Keywords: UHT culinary preparation, physico-chemical quality, microbiological aspect, lentisk essential oil, antioxidant activity, sensory analysis

