

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE  
ET DE BIOCHIMIE



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE  
FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES  
OPTION : NUTRITION ET SCIENCES  
DES ALIMENTS

N°:

Mémoire présenté pour l'obtention  
du diplôme de Master Académique

Par :

MECHRI Oumaima

MIRA Imane

Intitulé

**Formulation et carctéeisation physico-chimique  
d'une boisson lactée "Klila bel-Hermas"**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. BOUAZIZ Samia	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. HAMMOUI Yasmina	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. BELBAHI Amine	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2023 /2024

## **Remerciements**

*Nous tenons à remercier avant tout, **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté, la faculté et la patience de réaliser ce modeste travail.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à **Dr.HAMMOUI Yasmina**, pour avoir accepté de nous encadrer et diriger, pour ses prestigieux conseils, ses orientations, pour sa collaboration, sa disponibilité, son écoute et pour nous avoir donné les moyens et l'assistance nécessaire à la réalisation de notre travail.*

*Nous tenons à remercier **Dr. BOUAAZIZ**, qui fait l'honneur d'avoir accepté la présidence du jury et d'évaluer ce travail.*

*Nous exprimons également nos remerciements à **Dr.BELBAHI Amine**, qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Sans oublier de remercier également les enseignants qui nous ont formés tout au long de notre parcours.*

*Enfin, nos remerciements s'adressent à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail ou qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.*

**Merci à tous**

**Oumaima, Imane**

# Dédicace

*Louange à Dieu seul,*

*Ce modeste travail est dédié spécialement*

*A ma chère maman **Aïcha**, ma raison de vivre.*

*A mon chère papa **Mouhamed**, pour son amour et son dévouement.*

*« A vous, mes parents je dis merci d'avoir fait de moi celui que je suis  
aujourd'hui ».*

*A mes chères sœurs, **Soumia, Maimouma, Noussaïba et Salsabile**, et à  
mon chère frère, **Oussama** et sa femme **Maryama** et les enfants de mes  
sœurs et frère **Ismail, Islam, Yasmine, Ayoub, Ratil, Djanah, Abd el  
mouiz, Mouataz et Djoumana**.*

*« A vous, mes sœurs, mon frère, mes princesses et princes, je souhaite une  
vie pleine de bonheur, de joie et de réussite ».*

*A mon fiancé, **Mouhamed El Amine** pour son soutien moral.*

*A moi-même.*

*A ma meilleure amie, **Imane**, D'être toujours à mes côtés pour me  
soutenir.*

*A mes chères amis, **Chaima, Khansaa, Zaineb**.*

*A mon enseignement et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que  
dieu vous paye pour tous vos bienfaits.*

*Pour finir, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédie ce mémoire*

*Oumaima*

# Dédicace

Louange à Dieu seul,

*Ce modeste travail est dédié spécialement*

*A ma chère maman **Ouraida**, pour son amour et son écoute.*

*A mon chère papa **Djamal**, pour sa patience et son dévouement.*

*« A vous, mes parents je dis merci d'avoir fait de moi celui que je suis  
aujourd'hui ».*

*A mes chères sœurs, **Nawal, Zahra, et Rokaya** , et à mes chères frères,  
**Mohamed Amine et Islam** .*

*« A vous, mes sœurs, mon frère, mes princesses et princes, je souhaite une  
vie pleine de bonheur, de joie et de réussite ».*

*A ma meilleure amie, **Omaïma** , D'être toujours à mes côtés pour me  
soutenir et notre merveilleuse amitié .*

*A mon ami d'enfance, **Lamia**, D'être toujours resté à mes côtés comme si  
nous étions des enfants.*

*A mes chères amis, **Zaineb, chaima , Khansa et Somaïa** .*

*A mes chères cousins, **Fatima, Yamina et Widade**.*

*A mon enseignement et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que  
dieu vous paye pour tous vos bienfaits.*

*Pour finir, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédie ce mémoire*

**Imane**

## Résumé

Ce travail a pour objectif l'optimisation de formulation par "plan de mélange" d'une boisson traditionnellement préparée dans la région de "Bou Saâda", localement appelée "Klila bel-Hermas", préparée à base de "Klila", la plante "Dgouft", "Ghars", et "Hermas". En appliquant le plan "D optimal", quinze formulations ont été préparées, nommés de "F<sub>1</sub> à F<sub>15</sub>". Ces formulations ont été soumises à des analyses physicochimiques et microbiologique. Une formulation optimale de boisson lactée a été obtenus suite à l'application de plan de mélange, d'appliquer la désirabilité maximale à la prévision il est suggéré de contenir un rapport de 0.35 de "Klila", 0.38 "Ghars" et 0.19 pour "Hermas" et 0.06 de "Dgouft". Une formulation optimale de boisson lactée a été obtenus suite à l'application de plan de mélange. Les résultats d'analyse microbiologique avaient confirmé une qualité hygiénique acceptable des produits préparés.

**Mots clés** : formulation, D optimal, plan de mélange, boisson lactée, "Klila bel-Hermas".

## Summary

This work aims to optimize the formulation by "mixture design" of a drink traditionally prepared in the region of "Bou Saâda", locally called "Klila bel-Hermas" based on "Klila", the Artemisia Campestris L. plant called "Dgouft", the date paste called "Ghars", and the locally dried apricot "Hermas". By applying the "optimal D" plan, fifteen formulations are prepared, named "F<sub>1</sub> to F<sub>15</sub>". These formulations are subjected to physicochemical and microbiological analyses. An optimal milk drink formulation was predicted by the mixing plan, apply maximum desirability to forecasting it is suggestes to contain a ratio of 0.35 of "Klila" and 0.38 of "Ghars", 0.19 for "Hermas" and 0.06 for "Dgouft". An optimal milk drink formulation was predicted by the mixing plan. The microbiological analysis results confirmed acceptable hygienic quality of the prepared products.

**Key words**: formulation, Optimal, mixing plan, milk drink, "Klila bel-Hermas".

## ملخص

يهدف هذا العمل إلى تحسين التركيبة من خلال "خطة الخلط" لمشروب يتم إعداده تقليدياً في منطقة بوسعادة، ويسمى محلياً "كلبلة بالهرماس" على أساس "كلبلة"، نبات يسمى "دقوفت" ومعجون التمر يسمى "غرس" والمشمش المجفف محلياً "هرماس". ومن خلال تطبيق خطة "د- الأمثل"، تم إعداد خمسة عشر تركيبة، سميت "ف<sub>1</sub> إلى ف<sub>15</sub>". وقد خضعت هذه التركيبات للتحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية. تم التنبؤ بالتركيبة المثالية لمشروب الحليب من خلال خطة الخلط، بتطبيق أقصى درجات الاستحسان للتنبؤ اقترح التي تحتوي على نسبة 0.35 من "كلبلة" ونسبة 0.38 "غرس" نسبة 0.19 "هرماس" و 0.06 "دقوفت". تم تطبيق توصيف الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للمنتجات المحضرة. أكدت نتائج التحليل الميكروبيولوجي الجودة الصحية المقبولة للمنتجات المحضرة.

**الكلمات المفتاحية**: التركيبة، الخطة الأمثل، خطة الخلط، مشروب الحليب، "كلبلة بالهرماس".

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Photographie de “ <i>Klila</i> ”.....	3
<b>Figure 2:</b> Photographie d’ <i>Artemisia campestris.L.</i> ....	4
<b>Figure 3:</b> Photographie de “ <i>Ghars</i> ”.....	5
<b>Figure 4:</b> Photographie d’abricot séché “ <i>Hermas</i> ”.....	6
<b>Figure 5:</b> La position géographique de la région de “ <i>Bou Saâda</i> ” en Algérie .....	8
<b>Figure 6:</b> Représentation géométrique des mélanges à trois constituants.....	9
<b>Figure 7:</b> Diagramme de préparation de “ <i>Klila</i> ” .....	11
<b>Figure 8:</b> Le profil de prédiction pour la formulation optimale de boisson lactée “ <i>Klila bel-Hermas</i> ”.....	25

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b>	La composition chimique de “ <i>Klila</i> ” .....	4
<b>Tableau 2 :</b>	Les principaux constituants des dattes .....	6
<b>Tableau 3 :</b>	Composition biochimique moyenne d’abricot.....	7
<b>Tableau 4 :</b>	L’ensemble des limites supérieurs et inférieurs pour chaque facteur entrant dans la préparation de la boisson “ <i>Klila bel-Hermas</i> ”.....	12
<b>Tableau 5 :</b>	Les proportions des facteurs correspondant aux formulations préparées de la boisson “ <i>Klila bel-Hermas</i> ” selon le plan de mélange “D optimale”.....	13
<b>Tableau 6 :</b>	Les quantités des facteurs (ingrédients) entrant dans la préparation de “1 litre” de la boisson “ <i>Klila bel-Hermas</i> ” pour chacune des quinze formulations.....	14
<b>Tableau 7 :</b>	Les microorganismes recherchés dans la boisson lactée et leurs milieux d’ensemencement, ainsi que leurs durées d’incubation.....	18
<b>Tableau 8 :</b>	Les résultats d’analyses physico-chimiques de pH, acidité ,teneur en eau et cendres des quinze formulations préparées.....	19
<b>Tableau 9 :</b>	Les résultats de dosage des polyphénols totaux (TPC), des résultats des flavonoïdes totaux (TFC) et de AA-DPPH des quinze formulations.....	21
<b>Tableau 10 :</b>	Les résultats de colorimètre (L*, a*, b*) et de Brix (°B) des quinze formulations.....	22
<b>Tableau 11 :</b>	Les résultats expérimentaux et prédictifs de pH, l’acidité, le teneur en eau, le taux des cendres, TPC, TFC, de l’activité antioxydant, la colorimétrie et de Brix de la formulation optimale. ....	27

## Liste des abréviations

°C : degré Celsius

% : pourcentage

AG/g : Acide gallique par gramme

ANOVA : Analyses de la variance

AOAC : Association des Chimistes Analytiques Officiels

BP : Beard Parker

*Eq* : Equation

F<sub>i</sub> : Formulation N° i

FMAT : La flore mésophile aérobie totale

g : gramme.

h : Heure

JMP : John's Macintosh Project « Logiciel statistique »

Mg : milligramme.

min : Minute

ml : millilitre.

M : molarité

pH : potentiel d'Hydrogène

Qu/g : Quercétine par gramme

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

TFC : Total Flavonoïdes content

TPC : Total Phenolic Content.

V : Volume

VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar

m : la masse

AA- DPPH : activité antioxydant

PCA : Plate Count Agar

MRS : de De Man, Rogosa et Sharpe

Brix : 1°Brix équivaut à 1g de saccharose pour 100g de milieu

L'indice "a\*" : degré de saturation de la couleur rouge

L'indice "L\*" : indice de clarté

L'indice "b\*" : degré de saturation de la couleur jaune

# Table des matières

*Remerciements*

*Dédicaces*

*Résumé*

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

*Liste des abréviations*

**Introduction** ..... 1

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

I.1. La composition de la boisson ‘‘Klila bel-Hermas’’	3
I.1.1. Le fromage ‘‘Klila’’	3
I.1.2. La plante <i>Artemisia Campestris L.</i> ‘‘Dgouft’’	4
I.1.3. Les dattes ‘‘Ghars’’	5
I.1.4. Abricot séchée ‘‘Hermas’’	6
I.2. La boisson ‘‘Klila bel-Hermas’’	7
I.3. Les plans d'expériences	8
I.3.1. les plans de mélange	9

## **Chapitre II : Matériels et méthodes**

II.1. La préparation des ingrédients et de boisson	10
II.1.1. La préparation de ‘‘Klila’’	10
II.1.2. La préparation d'Abricot séchée ‘‘Hermas’’	11
II.1.3. La préparation des dattes ‘‘Ghars’’	11
II.1.4. La préparation de la plante ‘‘Dgouft’’	11
II.1.5. Formulation de la boisson ‘‘Klila bel-Hermas’’	11
II.1.5.1. Le choix de plan de mélange	11
II.1.5.2. Formulation de boisson lactée ‘‘Klila bel-Hermas’’	12
II.2. Analyses physico-chimiques de la boisson ‘‘Klila bel-Hermas’’	14
II.2.1. Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)	15
II.2.2. La détermination de l'acidité	15
II.2.3. Teneur en eau	15
II.2.4. Taux de cendre	15

II.2.5. Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux et l'évaluation de l'activité antioxydant.....	16
II.2.5.1. Préparation de l'extrait .....	16
II.2.5.2. Dosage des polyphénols totaux (TPC) .....	16
II.2.5.3. Dosage des flavonoïdes totaux (TFC).....	16
II.2.5.4. Activité antioxydante (DPPH).....	17
II.2.6. La mesure de colorimétrie et de Brix .....	17
II.2.6.1. La mesure de Brix.....	17
II.2.6.2. La mesure de la couleur .....	17
II.2.7. Analyses statistiques des données .....	17
II.3. Evaluation de la qualité hygiénique de la boisson... ..	18

### **Chapitre III : Résultat et discussion**

III.1 Résultats de l'analyse physico-chimique des formulations de "Klila bel-Hermas" .....	19
III.1.1. pH et acidité .....	19
III.1.2. Teneur en eau et taux des cendres .....	20
III.1.3. Teneur en polyphénols totaux (TPC), teneur en flavonoïdes totaux (TFC) et l'activité antioxydant (DPPH) .....	20
III.1.4. Les résultats de chroma mètre (L*, a*, b*) et de Brix (°B) .....	22
III.2 Les résultats de l'analyse microbiologique .....	23
III.3. Les résultats d'optimisation des formulations.....	24
<b>Conclusion</b> .....	28

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

**introduction**

### Introduction

L'effet de nos choix alimentaire sur le maintien de notre santé suscite de plus en plus d'intérêt et il a fait l'objet d'un nombre important de travaux scientifiques.

Les recommandations en matière de Santé Publique insistent de plus en plus auprès des populations quant à la nécessité de faire attention aux aliments que chacun consomme. Plusieurs campagnes de promotion de la santé ont ainsi été menées dans ce domaine avec une plus ou moins grande efficacité (**Brennstuhl et al., 2021**).

Les produits dérivés du lait issu d'une fermentation lactique traditionnelle ont connu un développement considérable suite à l'intérêt que trouvent les consommateurs sur le plan gustatif, organoleptique et en vue de leur valeur nutritionnelle (**Gorbach and Newton, 1996**).

Le '*Klila*' est un fromage largement consommé, fait partie produits dérivés du lait, riche en protéines de lait coagulées (caséine) produites suite à une ébullition et une acidification du lait. La caséine forme des structures amyloïdes ou de type amyloïde à des températures élevées et à un pH faible (**Malik et al., 2021**) .

En Algérie le fromage le plus connu est le fromage traditionnel '*Cafs*' de la ville de '*Bou Saâda*' (M'sila) qu'est réputée en vue de sa préparation particulière, il a été couronné de médaille d'or au mondial du fromage et des produits laitiers en France en septembre 2023.

La ville de '*Bou Saâda*' est connue par le savoir-faire ingénieux de ses habitants en matière de gestion et de préservation des ressources naturelles, vue que son climat est sec et qu'elle enregistre des hautes températures en été. Ainsi pour se rafraîchir et pour lutter contre la déshydratation au mieux les habitants de '*Bou Saâda*' on eut l'idée ingénieuse de préparer une boisson à base de lait caillé séché '*Klila*', Abricot séché (localement appelé '*Hermase*'), '*Gherse*' (dates broyées préparés traditionnellement) et la plante de *Artemisia campestris L.* localement appelée '*Dgouft*', cette boisson est conservée à température ambiante pendant trois jours avant de la consommée. Pour une préparation optimale de telle boisson, la formulation nécessite l'application d'un type des plans d'expériences qu'est les plans de mélange, dont la contrainte fondamentale de l'ensemble des constituants du mélange, appelés facteurs, est que leur somme doit être égale à 1 (**Goupy and Creighton, 2001**).

Ce présent travail consiste à formuler une boisson préparée à base '*Klila*', '*Ghers*', la plante de '*Dgouft*', et '*Hermase*', en suivant un plan de mélange. Une caractérisation physico-

## Introduction

---

Chimique ainsi qu'une vérification de la qualité hygiénique a été appliqués aux formulations préparées. Le dosage des polyphénols totaux, le dosage des flavonoïdes totaux ainsi l'activité antioxydant de chaque formulation ont été effectués.

Ce travail est structuré en trois chapitres, le premier chapitre aborde une recherche bibliographique sur la boisson et ses constituants ; le deuxième chapitre présente le matériel et méthodes utilisés dans l'étude. Le dernier chapitre expose les résultats obtenus, leur discussion suivit d'une conclusion résumant les résultats les plus pertinents de l'étude ainsi que des perspectives d'amélioration de ce travail.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographique**

## I. Synthèse bibliographique

### I.1. La composition de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’

#### I.1.1. Le fromage ‘*Klila*’

Le ‘*Klila*’ (**figure 1**) est un fromage sec traditionnel en Algérie, préparé à partir de leben. Il est apprécié pour sa longue durée de conservation et pour sa capacité à rehausser le goût des bouillons et des plats à base de céréale. Très riche en protéines, il est également une source importante d’acides aminés essentiels, ce qui en fait un aliment nutritif et intéressant sur le plan nutritionnel (**Harrati, 1976**).

Le ‘*Klila*’ se caractérise par sa texture dure et granuleuse, résultante du processus de séchage, ce fromage est souvent coupé en petits morceaux ou râpé pour l’utilisé en cuisine (**Choubaila and Mabrouk, 2015**).



**Figure 1** : Photographie de ‘*Klila*’.

Le processus de préparation de ‘*Klila*’ implique la coagulation du leben avec de la présure, suivie d’un pressage pour éliminer le petit-lait ; et d’un autre séchage prolongé pour obtenir une texture caractéristique du fromage sec.

Le ‘*Klila*’ est apprécié pour sa saveur prononcée et sa saveur salée, qui peut varier en fonction du période de la maturation. Il est souvent utilisé pour rehausser le goût des plats traditionnels algériens. En raison de sa longue conservation, le ‘*Klila*’ était traditionnellement un aliment de base dans les régions reculées où le stockage des produits laitiers frais était difficile (**Meribai et al., 2017**).

Des travaux de (**Choubaila and Mabrouk, 2015**) indiquent que le fromage en question est largement connu, préparé, conservé et consommé à la fois en milieu rural et urbain. De plus, le fromage de ‘*Klila*’ est largement consommé dans les régions rurales que dans les régions urbaines, et par les personnes ayant plus de 60 ans.

Le **tableau 1** représente la composition chimique de fromage de “*Klila*”, tels les métabolites primaires, les minéraux, la matière grasse, les protéines ainsi que quelques paramètres tel l’activité de l’eau, en fonction de l’origine de lait utilisé dans la préparation de “*Klila*”.

**Tableau 1** : La composition chimique de “*Klila*” (Benamara et al., 2016).

Constituants	Origine du lait utilisé pour la préparation du klila		Origine non spécifiée
	Klila de lait de chèvre	Klila de lait de vache	
Matière sec (%)	35-94,97	32-98	89,3-90,3
Teneur en eau (%)	—	8,67	9,70-12,5
Aw (%)	0,467	0,320	—
Matière grasse (%)	20,33	9,54-25,33	13,8-21,0
Taux de protéine	65,8	29,88-88,3	53,8-71,3
Acidité (°D)	42,15-63	34,71-88	45-167,4
Acide lactique (%)	1,008	1,210	3,91-4,23

Aw : activité de l’eau.

### I.1.2. La plante *Artemisia Campestris L.* “*Dgouft*”

*Artemisia Campestris L.* (**figure 2**) est une plante médicinale appartenant à la famille des *Astéracée*, cette espèce est appelée localement en Algérie “*Dgouft*” (Mourad et al., 2011), c’est une plante herbacée vivace, très répandue dans les régions arides des pays d’Afrique du Nord tel le Maroc (Fakchich and Mostafa, 2014),

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, largement utilisées dans la médecine traditionnelle (Mirjalili et al., 2007), dans le traitement des troubles digestives, de l’ulcère, des brûlures et de diarrhée (Akrouf, 2004). Les espèces appartenant au genre *Artemisia* possèdent également des propriétés chimiques inhibant la croissance et la germination de certaines plantes qui l’entourent (Neffati, 2002).

En l’Algérie, ce genre est représenté par 11 espèces parmi lesquelles se trouve l’*Artemisia campestris L.* (Pierre et al., 1963). Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (Bora and Sharma, 2011).



**Figure 2** : Photographie d’*Artemisia campestris.L.*

La partie aérienne d'*Artemisia Campestris L.* est utilisée dans la médecine traditionnelle pour traiter les troubles digestives, l'ulcères et les douleurs menstruelles (Dob et al., 2005). Cette partie possède des activités antioxydantes significatives en vue de sa richesse en composés doués d'activité antioxydante tels les flavonoïdes et les polyphénols (Bruneton and Hatton, 1999). En outre *Artemisia campestris L.* possède des propriétés antibactériennes.

### I.1.3. Les dattes “Ghars”

La datte joue un rôle important dans la vie économique et politique des régions productrice (Ashraf et al., 2011), elles sont produites dans les régions chaudes et arides (Mahmoudi et al., 2008). Pour les habitants du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord, les dattes sont bien plus qu'un simple fruit (Ashraf et al., 2011).

La datte possède une haute valeur nutritionnelle, elle constitue une partie importante de l'alimentation de plusieurs populations, elle est consommée étant frais ou sous formes transformées (Jemni et al., 2019), tels que le jus de datte, le sirop de datte, le sucre de datte (Ashraf et al., 2011), ainsi que la pâte de dattes localement appelé en Algérie “Ghars” (figure 3).

Les dattes molles ou ramollies par humidification, sont généralement destinées à la production de la pâte de dattes obtenue par tassement “Ghars” (Étienne, 2002). En Algérie, les dattes sont tassées manuellement dans des sacs en toile “Btana”.



**Figure 3 :** Photographie de “Ghars”.

Les dattes comprennent des protéines, de la matière grasse, des fibres, et les polyphénols et les quantités sont indiqués dans le **tableau 2**, ci-dessous.

**Tableau 2** : les principaux constituants des dattes (Ashraf et al., 2011).

Constituants	Teneur (%)
Eau	5 - 20
Les glucides	44 - 88
Les protéinés	1 - 7
La matière grasse	0,1 - 0,5
Pectine	1 - 4
Les cendres	1 - 25
Les fibres	3 - 18
Les polyphénols	3

#### I.1.4. Abricot séchée “*Hermas*”

L'abricot “*Prunus armeniaca L.*” est une espèce appartenant à la famille rosacée qui comprend également des pommes, des cerises, des pêches, des poires et des prunes (Grimplet, 2004). L'abricot est un fruit charnu dont la graine est enfermée dans un noyau lignifié et très dure (Bahlouli et al., 2009). Il est caractérisé par une peau veloutée, une chair charnue, peu juteuse, sucrée, parfumée, de couleur jaune orangé.

L'abricot peut être consommé frais, séché ou sous forme de jus, de marmelade et de confiture, une partie du surplus de production agricole est transformé en abricot séché, généralement vendu dénoyautés (Bahlouli et al., 2009) comme présenté dans la figure 4, ci-dessous.



**Figure 4** : Photographie d'abricot séché “*Hermas*”.

L'abricot frais est un fruit de composition variée (Tableau 3) principalement constitué d'eau, et de glucides. Il est particulièrement riche en fibres (Bousselma, 2022), une bonne source des sels minéraux, et des vitamines (Haciseferoğulları et al., 2007).

**Tableau 3** : Composition biochimique moyenne d'abricot (**Hormaza et al., 2007**).

Composants	Quantité
Glucides	13,7 g
Protéines	0,7-0,9 g
Fibres alimentaires	2-3 g
Eau	85,3-85,6 g
Minéraux	345,4 mg
Vitamines	7,15 mg
Polyphénols	179,8 mg/100g
Calories	31,0

Les abricots contiennent différents antioxydants, particulièrement des flavonoïdes (**Ruiz et al., 2005**), la teneur en antioxydants des abricots séchés serait plus élevée que celui des abricots frais (**Karakaya, 2001**), c'est ce qui fait de l'abricot un fruit particulièrement intéressant pour la santé (**Gurrieri et al., 2001**). L'abricot sec apporte des éléments essentiels comme les glucides, les vitamines du groupe B, du fer, du cuivre du potassium et des fibres (**F. BAHLOULI et al., 2009**).

## **I.2. La boisson “*Klila bel-Hermas*”**

Le terme “boisson” englobe tout liquide qui se boit pour apaiser la soif, et qui sert à la réhydratation du corps, ce liquide est destiné à la consommation dans le but de procurer un plaisir, pour se désaltérer ou pour se rafraîchir. Les boissons jouent un rôle de lubrifiant de l'organisme et qui peuvent être des boissons chaudes, des boissons lactées, des boissons tiède ou froide (**Meunier, 2011**).

La boisson lactée est une boisson à base de lait vache, ou désigne toute boisson prête à la consommation à base de lait liquide nature ou aromatisés écrémé, partiellement écrémé, à faible teneur en matières grasses ou entier (**Thomas et al., 2008**).

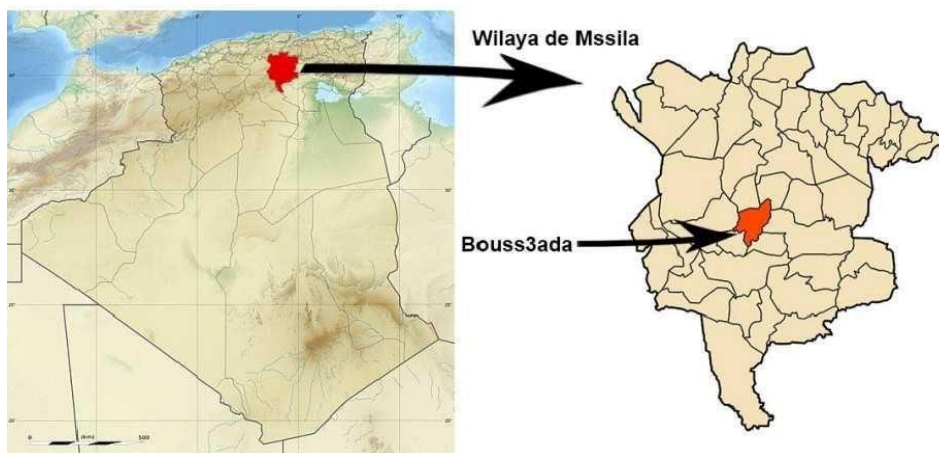
Cette boisson qui n'est pas indispensable, bénéficie d'une attention considérable, elle est délicieuse, nutritive et utile pour lutter contre les carences nutritionnelles dans les régions où l'accès à des sources variées de nutriments est presque inaccessible (**Cano and Arnao, 2004**), en plus elles contribuent à l'hydratation quotidienne via son apport en vitamines et en minéraux (**Thomas et al., 2008**). Actuellement, les boissons à base de fruits et de produits laitiers bénéficient d'une attention très considérable liée à leur potentiel croissant sur le marché.

En Algérie, le secteur agroalimentaire a connu un développement important, et en particulier l'industrie des boissons. Ce développement est dû à l'augmentation du nombre d'acteurs

Particuliers, qui ont diversifié des produits misent sur le marché. Les boissons lactées sont considérées comme produits laitiers, appartenant à la filière lait, l'industrie laitière Algérienne, peut être considérée en situation d'industrie "mature", sa capacité de production estimée entre 2,9 milliards de litres et 3,2 milliards de litres/an (**Lamani and Cheriet, 2011**).

La boisson lactée nommée "*Klila bel-Hermas*", dont sa préparation est optimisée dans ce présent travail, est traditionnellement préparée et largement consommée dans la région de "*Bou Saâda*" (**figure 5**). C'est une ville avec un aspect saharien, construite au pied des montagnes de "*Ouled-Nail*", elle est peuplée d'environ 310 000 habitants. Le climat de "*Bou Saâda*" est aride à semi-aride avec une chaleur estivale, rigueur hivernale, pluies rares mais régulières et neige sur les monts parfois avec une faible végétation (**Elgaroui et al., 2019**).

Suite à une requête d'informations faite auprès des habitants de "*Bou Saâda*" sur la boisson "*Klila bel-Hermas*", cette dernière a été préparée et largement consommé depuis 1960 pour lutter contre la soif, pour se rafraichir et pour s'hydrater pendant les journées d'été chaudes. La boisson "*Klila bel-Hermas*" typique de la région de "*Bou Saâda*" et également fortement consommée par les femmes après accouchement et en période d'allaitement.



**Figure 5** : La position géographique de la région de "*Bou Saâda*" en Algérie (**Elgaroui et al., 2019**).

### I.3. Les plans d'expériences

Les plans d'expériences permettent d'organiser au mieux les essais qui accompagnent une recherche scientifique ou des études industrielles (**Goupy and Creighton, 2001**), ils sont applicables à de nombreuses disciplines et à toutes les industries à partir du moment où l'on recherche le lien qui existe entre une grandeur d'intérêt, des variables.

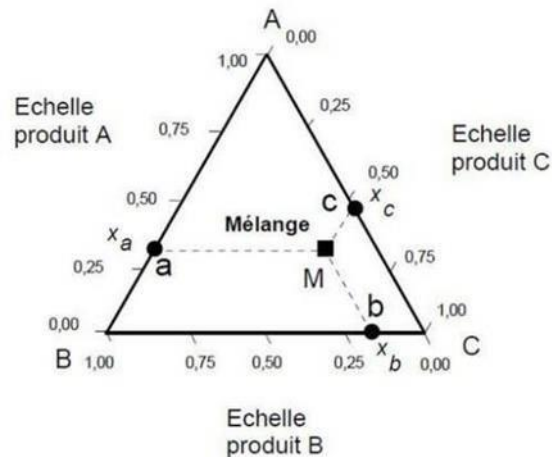
Les plans d'expériences permettent d'obtenir un maximum de renseignements avec un minimum d'expériences (**Dagnelie, 2008**). La méthode expérimentale choisie doit faciliter l'interprétation et l'exploitation des résultats, et minimiser le nombre des essais sans toutefois sacrifier la qualité des résultats attendus.

### I.3.1. Les plans de mélange

Les plans de mélanges sont des plans d'expériences que l'on utilise lorsqu'on étudie des produits composés de plusieurs constituants (nommés facteurs). L'étude de l'influence d'un constituant sur le mélange nécessite la variation de son dosage et l'évolution des réponses (**Monteiro et al., 2022**).

Les plans de mélanges se basent sur une contrainte qui exige que l'ensemble des constituants du mélange forme un tout et la somme de leurs teneurs est égale à 1.

Soit un mélange ayant  $n$  constituants. Le premier constituant représente un certain ratio du mélange, le second constituant à un autre ratio du mélange. Ainsi, chaque constituant participe pour une certaine part au mélange total (**figure 6**), et l'ensemble des constituants du mélange forme un tout et la somme de leurs teneurs est égale à 100 % (**Goupy and Creighton, 2001**).



**Figure 6** : représentation géométrique des mélanges à trois constituants (**Goupy and Creighton, 2001**).

Le plan de mélange est un modèle expérimental non traditionnel qui réduit considérablement le nombre d'expériences, fournit des conceptions statistiquement fondées sur des résultats fiables, et permet une représentation graphique par un modèle mathématique quadratique (**de Aguiar et al., 1995**). Dans ce présent travail le plan de mélange "D optimal" est utilisé pour étudier l'effet des facteurs (composants) sur les propriétés de produit et ainsi le mélange (la formulation) optimale a été déterminée.

# **CHAPTER II**

## **Matériels et méthodes**

## II. Matériels et méthodes

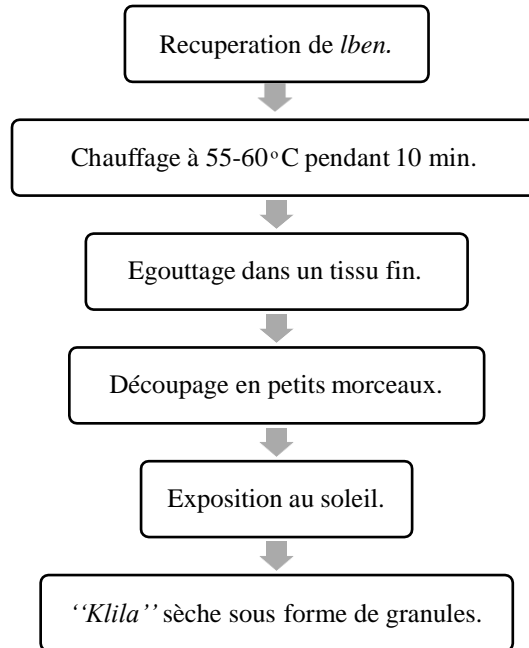
Le présent travail a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique de département de biochimie et de microbiologie, faculté des sciences de l'université de M'sila. L'étude avait pour objectif de d'optimiser la préparation d'une boisson traditionnellement préparée dans la région de 'Bou Saâda', localement appelée 'Klila bel-Hermas' en appliquant le plan de mélange 'D optimal'.

Cette boisson contient le fromage de 'Klila' qu'est l'ingrédient majoritaire de la boisson en question, la plante *Artemisia Campestris L.* appelée 'Dgouft', la pâte des dattes nommée 'Ghars', et l'abricot séchée appelé localement 'Hermas', sont l'ensemble des composant entrant dans la préparation de la boisson. Une caractérisation physico-chimique et une vérification de la qualité hygiénique ont été appliquées pour chaque formulation.

### II.1. La préparation des ingrédients et de boisson

#### II.1.1. La préparation de 'Klila'

Le fromage de 'Klila' utilisé dans la préparation de la boisson 'Klila bel-Hermas', été récupéré dans la région de 'Ain Oulmene' de la wilaya de sétif. La 'Klila' a été préparé en fin de mois de février et conservé à température ambiante jusqu'à utilisation. Le fromage de 'Klila' a été incorporé dans la préparation de boisson lactée sous forme de petits morceaux séchés, le diagramme ci-dessus (**figure 7**) regroupe les étapes de préparation de fromage de 'Klila'.



**Figure 7** : diagramme de préparation de 'Klila' (Choubaila and Mabrouk, 2015).

### **II.1.2. La préparation d'Abricot séchée 'Hermas'**

L'Abricot séchée 'Hermas' c'est le deuxième ingrédient entrant dans la préparation de la boisson 'Klila bel-Hermas', il est obtenu suite au séchage d'abricot fraîche à température ambiante suite à son exposition au soleil, le produit séché est ensuite conservé à température ambiante jusqu'à utilisation.

### **II.1.3. La préparation des dattes 'Ghars'**

La préparation de 'Ghars' se fait à base des dattes humides, la préparation est faite mécaniquement suite à l'entassement manuel des dattes humides dans des sacs en toile 'Btana', conservées ainsi à température ambiante.

### **II.1.4. La préparation de la plante 'Dgouft'**

La plante de 'Dgouft' utilisé dans la préparation de boisson 'Klila bel-Hermas' a été récolté au niveau de la wilaya de M'sila, utilisée dans la formulation de la boisson sous forme de petites feuilles séchés.

### II.1.5. Formulation de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’

#### II.1.5.1. Formulation de boisson lactée ‘*Klila bel-Hermas*’

Des limites supérieur et inférieur pour chaque facteur (ingrédients) ont été déterminées selon des préparations préliminaire de formulation de boisson ‘*Klila bel-Hermas*’ réalisées on aval, selon la préparation originale venant de ‘*Bou Saâda*’. Le **tableau 4**, ci-dessous, représente la différente limite supérieure et inférieure pour chaque facteur.

**Tableau 4** : l’ensemble des limites supérieurs et inférieurs pour chaque facteur entrant dans la préparation de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’.

Facteurs	Limite inférieur	Limite supérieur
‘ <i>Klila</i> ’	0,3	0,5
‘ <i>Ghars</i> ’	0,35	0,45
‘ <i>Hermas</i> ’	0,15	0,3
‘ <i>Dgouft</i> ’	0	0,2

#### II.1.5.2. Le choix de plan de mélange

Une optimisation de formulation de la boisson a été réalisée en appliquant un plan de mélange de type ‘D optimale’, cette étape a été effectué via un outil statistique puissant qu’est le logiciel statistique ‘JMP’ ou ‘jump’, ce qui signifiait à l’origine ‘John's Macintosh Project’. Des limites inférieures et supérieures ont été appliquées pour chaque facteur (ingrédient), L’outil JMP avait proposé dix-huit formulations, dont quinze formulations comme un minimum d’expérimentations à réaliser, le choix a été porté sur la réalisation de quinze formulations qui a été importées dans **les tableaux 5 et 6**, ci-dessous.

Le **tableau 5** ci-dessous, présente les proportions de chaque facteur correspondant aux formulations préparées.

**Tableau 5** : les proportions des facteurs correspondant aux formulations préparées de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’ selon le plan de mélange ‘D optimale’.

Formulation	Les proportions de chaque facteur			
	‘ <i>Klila</i> ’ « $x_1$ »	‘ <i>Ghars</i> ’ « $x_2$ »	‘ <i>Hermas</i> ’ « $x_3$ »	‘ <i>Dgouft</i> ’ « $x_4$ »
<b>F1</b>	0,35	0,40	0,20	0,05
<b>F2</b>	0,50	0,35	0,15	0,00
<b>F3</b>	0,30	0,41	0,15	0,14
<b>F4</b>	0,30	0,45	0,25	0,00
<b>F5</b>	0,30	0,42	0,22	0,07
<b>F6</b>	0,39	0,40	0,15	0,06
<b>F7</b>	0,33	0,45	0,15	0,07
<b>F8</b>	0,41	0,35	0,24	0,00
<b>F9</b>	0,30	0,35	0,15	0,20
<b>F10</b>	0,32	0,36	0,30	0,02
<b>F11</b>	0,40	0,45	0,15	0,00
<b>F12</b>	0,37	0,42	0,21	0,00
<b>F13</b>	0,37	0,35	0,22	0,07
<b>F14</b>	0,40	0,35	0,15	0,10
<b>F15</b>	0,30	0,35	0,24	0,11

L'équation ci-dessus (Eq.1) représente la contrainte fondamentale des plans de mélange pour les quatre facteurs entrant dans la préparation de boisson ‘*Klila bel-Hermas*’.

$$\sum_{i=1}^{i=4} x_i = x_{Klila} + x_{Ghars} + x_{Hermas} + x_{Dgouft} = 1 \dots\dots\dots(\text{Eq.1})$$

$x_i$  est la proportion de constituant (facteur) ‘*i*’.

Les différentes formulations, dont les proportions sont regroupées dans **le tableau 5**, alors que **tableau 6** ci-dessous, présente les quantités des ingrédients correspondant à la préparation d'un litre de la boisson.

**Tableau 6** : les quantités des facteurs (ingrédients) entrant dans la préparation de “1litre” de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’ pour chacune des quinze formulations.

Formulation	Les quantités des facteurs pour une production de 1 litre			
	“ <i>Klila</i> ” (g/L)	“ <i>Ghars</i> ” (g/L)	“ <i>Hermas</i> ”	“ <i>Dgouft</i> ” (g/L)
<b>F1</b>	98,42	112,40	56,07	14,12
<b>F2</b>	140,50	98,35	42,15	0,00
<b>F3</b>	84,30	116,59	42,15	37,96
<b>F4</b>	84,30	126,45	70,25	0,00
<b>F5</b>	84,30	118,02	60,42	18,27
<b>F6</b>	109,59	112,40	42,15	16,86
<b>F7</b>	92,73	126,45	42,15	19,67
<b>F8</b>	115,21	98,35	67,44	0,00
<b>F9</b>	84,30	98,35	42,15	56,20
<b>F10</b>	90,06	100,88	84,30	5,76
<b>F11</b>	112,40	126,45	42,15	0,00
<b>F12</b>	102,57	118,02	60,41	0,00
<b>F13</b>	103,21	98,35	60,53	18,91
<b>F14</b>	112,40	98,35	42,15	28,10
<b>F15</b>	84,30	98,35	67,44	30,91

La préparation des quinze formulations de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’ a été réalisé suite au mélange des ingrédients correspondants avec leurs quantité respectives selon le **tableau 6**, présenté ci-dessus, pour chaque formulation. Les ingrédients sont ensuite mélangés avec un litre de l’eau potable, la boisson ainsi est conservée à 4°C pendant trois jours pour la maturation, c’est la durée pour laquelle les habitants de ‘*Bou Saâda*’ conserve la boisson préparée avant de la consommée. Une caractérisation physico-chimique ainsi qu’une évaluation de la qualité hygiénique boissons préparées sont appliquées après les trois jours de la conservation.

## II.2. Analyses physico-chimiques de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’

La caractérisation physico-chimique a été réalisée pour les quinze formulations, l’ensemble des tests ont été effectués en trois essais.

### II.2.1. Mesure du potentiel d’hydrogène (pH)

La mesure du pH se fait en plongeant la sonde du pH-mètre dans un bécher contenant une quantité de l’échantillon à analyser (AOAC, 1995). La mesure de pH consiste à introduire l’électrode du pH-mètre dans 5ml de boisson diluée avec 10ml d’eau distillé. La lecture se fait directement sur le pH-mètre, la mesure est faite en trois essais pour chaque formulation.

### II.2.2. La détermination de l'acidité

La détermination de l'acidité a été réalisée selon la méthode **IFU No.3 (2005)**. Dans un bécher 5ml de boisson diluée avec 10 ml d'eau distillé ont été introduit, auquel il a été ajouté des gouttelettes de la solution de phénolphtaléine comme indicateur coloré, titrer par la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 M). La mesure est faite en trois essais pour chaque formulation. L'acidité est exprimée en pourcentage par l'équation (Eq.2) suivante :

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{V(ml) \times M \times 0,064}{m} \times 100 \dots\dots\dots (\text{Eq.2}) \text{ (géoffroy, 2014)}.$$

Où :

$V(ml)$  : volume de NaOH,

$M$  : molarité de NaOH normalité (0,1M),

$m$  : la prise d'essai de la boisson,

0,064 : Milli équivalence d'acide lactique.

### II.2.3. Teneur en eau

Le teneur en eau a été déterminé suite au séchage des échantillons dans une étuve à 103 ± 2°C, jusqu'à que le poids des échantillons soit constant. La mesure a été faite en trois essais pour chaque formulation. Le teneur en eau a été calculé selon l'équation (**AOAC, 1990**) (Eq.3) suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \dots\dots\dots (\text{Eq.3})$$

Où :

$m_0$  : la masse en g de creuset vide,

$m_1$  : la masse en g de creuset avec l'échantillon avant séchage,

$m_2$  : la masse en g de creuset avec l'échantillon séché.

### II.2.4. Taux de cendre

La teneur en cendres a été obtenue après l'incinération de la matière sèche totale de l'échantillon à une température de 550°C pendant 6 heures (**Gaddour et al., 2013**).

La teneur en cendre est calculée selon l'équation (Eq.4) (**AOAC, 1990**) suivant :

$$\text{Cendres (\%)} : \frac{m_3 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \dots\dots\dots (\text{Eq.4})$$

Où :

$m_0$  : masse en g de creuset vide,

$m_1$  : masse en g de creuset avec l'échantillon,

$m_3$  : masse en g de creuset après incération.

## **II.2.5. Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux et l'évaluation de l'activité antioxydant**

### **II.2.5.1. Préparation de l'extrait**

1g de la boisson préparée a été ajouté à 10ml de l'eau distillée acidifiée (préparée par l'ajout de l'acide acétique à de l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un pH de 4,6) (Balthazar et al., 2019), après le mélange est centrifugé à 4 000 x g pendant 30 minutes. La partie surnageant (l'extrait) a été récupérée pour les dosages ainsi que pour l'évaluation d'activité antioxydante.

### **II.2.5.2. Dosage des polyphénols totaux (TPC)**

La teneur en polyphénols totaux a été estimée par la méthode de Folin Ciocalteu. Le réactif de Folin Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon and Gautheret, 1968).

Dans un tube à essai, 200µl de l'extrait a été additionné à 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu et diluée 10 fois. Après 5 minutes à température ambiante, 800µl de la solution de carbonate de Sodium à 7,5% ont été ajoutés au mélange réactionnel. La solution finale est gardée une heure à l'obscurité à température ambiante, Le dosage est fait en trois essais pour chaque formulation.

L'absorbance a été mesuré à 765 nm. Les concentrations des polyphénols totaux, pour chaque formulation, ont été déduites à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec l'acide gallique (Annexe 1) en mg équivalent de l'acide gallique par gramme (mg Eq. D'acide gallique/g).

### **II.2.5.3. Dosage des flavonoïdes totaux (TFC)**

La teneur en flavonoïdes des extraits a été déterminée en utilisant la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium (Kim et al., 2003), 1ml de l'extrait a été ajouté à 1ml de chlorure d'aluminium à 2%, l'ensemble a été incubé à température ambiante et à l'obscurité pendant 15 minutes. L'absorbance a été mesurée à 430 nm. Le dosage est fait en trois essais pour chaque formulation.

Les concentrations des flavonoïdes ont été déduites à partir d'une courbe d'étalonnage établies avec la quercétine (Annexe 1). Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercétine par gramme (mg Eq. Quercétine/g).

#### II.2.5.4. Activité antioxydante (DPPH)

0,5ml de l'extrait est additionné à 4ml de solution de DPPH (50 mg/l d'éthanol), le mélange obtenu est ajusté à 10ml par l'ajout de l'eau distillée.

Le mélange a été mis à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. L'absorbance des échantillons et de celle de contrôle solution de DPPH (50 mg/l d'éthanol) a été mesurée à 517nm (Feng et al., 2019). L'évaluation de l'activité antioxydante (DPPH) est faite en trois essais pour chaque échantillon. Et l'activité antioxydante est exprimée par (%) par l'équation (Eq.5) suivante :

$$\text{DPPH (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \dots\dots\dots (\text{Eq.5})$$

Où :

$A_0$  : Absorbance de contrôle,

$A_1$  : Absorbance de l'échantillon avec la solution de DPPH.

#### II.2.6. La mesure de colorimétrie et de Brix

##### II.2.6.1. La mesure de Brix

Le Brix est défini par la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé. Cette concentration est mesurée à 20°C par l'indice de réfraction puis exprimée en pourcentage de la matière sèche soluble déterminée par la méthode (Granges et al., 2008). La technique consiste à poser quelques gouttes de boisson sur le prisme du réfractomètre. La mesure est faite en trois essais pour chaque échantillon.

##### II.2.6.2. La mesure de la couleur

La mesure de la couleur est faite par la chroma mètre par l'inde de  $L^*a^*b^*$  (Korifi et al., 2013). La technique consiste à poser une quantité de boisson dans une boite suivit de la prise de photo, la mesure est faite en trois essais pour chaque échantillon.

#### II.2.7. Analyses statistiques des données

Pour évaluer l'effet des différentes proportions d'ingrédients utilisées dans la préparation des quinze boissons, sur leurs propriétés physico-chimiques, une analyse statistique par analyse de la variance à un facteur (one-way ANOVA) suivit par le test de comparaisons multiples de Tukey ( $P < 0,05$ ) était réalisés en utilisant le logiciel "JMP".

### II.3. Evaluation de la qualité hygiénique de la boisson

L'analyse microbiologique est indispensable pour vérifier et assurer une bonne qualité hygiénique des quinze formulations de boisson préparée. Le **tableau 7**, ci-dessous, regroupe l'ensemble des microorganismes, leurs milieux d'ensemencement, ainsi que leurs durées d'incubation.

**Tableau 7** : Les microorganismes recherchés dans la boisson lactée et leurs milieux d'ensemencement, ainsi que leurs durées d'incubation.

Milieu de culture	Microorganisme recherché	Ensemencement	Incubation (heures / °C)	
			Durée (heures)	Température (°C)
<b>Plate Count Agar (PCA)</b>	La flore mésophile aérobie totale (FAMT)	En profondeur	72	30
<b>Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL)</b>	Coliformes totaux	En profondeur	48	37
	Coliforms fécaux	En profondeur	48	44
<b>Bead Parker (BP)</b>	Staphylocoque	En surface	48	37
<b>Sabouraud</b>	Levures et moisissures	En surface	72 à 120	25

En vue de la conservation de la boisson à 4°C avant de pouvoir la consommée, une recherche de la présence des bactéries lactiques a été réalisé. Deux milieux de culture ont été utilisés, le milieu MRS (de De Man, Rogosa et Sharpe) pour la recherche des lactobacilles, et le milieu M17 pour la recherche de lactocoques.

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

### III. Résultats et discussion

#### III.1. Résultats de l'analyse physico-chimique des formulations de "Klila bel-Hermas"

Les Résultats obtenues de l'analyse physico-chimique des quinze formulations de la boisson "Klila bel-Hermas" ont été valorisées statistiquement en appliquant l'Analyse de la variance (ANOVA) à un facteur suivi par le test de Tukey pour la comparaison des moyennes.

Le **tableau 8**, ci-dessous, regroupe les résultats de pH, de l'acidité, de teneur en eau et de taux de cendres.

**Tableau 8** : les résultats d'analyses physico-chimiques, des paramètres de pH, d'acidité, de teneur en eau et de taux de cendre des formulations préparées.

Formulations	pH	Acidité (%)	Teneur en eau (%)	Taux de cendre (%)
F <sub>1</sub>	4,82 ± 0,02 <sup>d</sup>	0,10 ± 0,03 <sup>a</sup>	89,09 ± 1,20 <sup>abc</sup>	0,50 ± 0,02 <sup>ab</sup>
F <sub>2</sub>	4,60 ± 0,02 <sup>fg</sup>	0,06 ± 0,004 <sup>a</sup>	89,10 ± 3,44 <sup>abc</sup>	0,45 ± 0,02 <sup>abc</sup>
F <sub>3</sub>	5,07 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,05 ± 0,008 <sup>a</sup>	88,72 ± 0,84 <sup>abc</sup>	0,52 ± 0,07 <sup>ab</sup>
F <sub>4</sub>	4,54 ± 0,005 <sup>h</sup>	0,06 ± 0,001 <sup>a</sup>	89,71 ± 1,45 <sup>ab</sup>	0,41 ± 0,02 <sup>bcd</sup>
F <sub>5</sub>	4,86 ± 0,01 <sup>cd</sup>	0,06 ± 0,002 <sup>a</sup>	89,57 ± 0,74 <sup>ab</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>cd</sup>
F <sub>6</sub>	4,90 ± 0,005 <sup>c</sup>	0,10 ± 0,03 <sup>a</sup>	88,74 ± 1,27 <sup>abc</sup>	0,15 ± 0,07 <sup>d</sup>
F <sub>7</sub>	5,06 ± 0,005 <sup>b</sup>	0,06 ± 0,0007 <sup>a</sup>	84,80 ± 1,33 <sup>c</sup>	0,57 ± 0,04 <sup>ab</sup>
F <sub>8</sub>	4,69 ± 0,03 <sup>e</sup>	0,06 ± 0,001 <sup>a</sup>	90,99 ± 0,65 <sup>a</sup>	0,40 ± 0,06 <sup>bcd</sup>
F <sub>9</sub>	5,21 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,0006 <sup>a</sup>	88,21 ± 0,52 <sup>abc</sup>	0,62 ± 0,02 <sup>ab</sup>
F <sub>10</sub>	4,50 ± 0,02 <sup>h</sup>	0,06 ± 0,003 <sup>a</sup>	89,53 ± 0,93 <sup>ab</sup>	0,38 ± 0,03 <sup>bcd</sup>
F <sub>11</sub>	4,88 ± 0,02 <sup>cd</sup>	0,06 ± 0,0007 <sup>a</sup>	88,75 ± 1,00 <sup>abc</sup>	0,40 ± 0,02 <sup>bcd</sup>
F <sub>12</sub>	4,28 ± 0,02 <sup>i</sup>	0,06 ± 0,0007 <sup>a</sup>	86,36 ± 1,24 <sup>bc</sup>	0,49 ± 0,02 <sup>abc</sup>
F <sub>13</sub>	4,55 ± 0,01 <sup>gh</sup>	0,08 ± 0,02 <sup>a</sup>	86,72 ± 0,43 <sup>abc</sup>	0,59 ± 0,10 <sup>ab</sup>
F <sub>14</sub>	4,62 ± 0,01 <sup>f</sup>	0,09 ± 0,03 <sup>a</sup>	85,58 ± 2,91 <sup>bc</sup>	0,36 ± 0,28 <sup>bcd</sup>
F <sub>15</sub>	4,51 ± 0,01 <sup>h</sup>	0,09 ± 0,03 <sup>a</sup>	86,03 ± 0,86 <sup>bc</sup>	0,71 ± 0,02 <sup>a</sup>

Les résultats sont rapportés en moyenne ± écart type, dont les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i représentent les différences significatives entre les quinze produits préparés ( $p < 0,05$ ).

pH : Potentiel d'hydrogène.

#### III.1.1. pH et acidité

Comme le montre les résultats regroupés dans **tableau 8** les valeurs de pH évalué pour les formulations préparées de la boisson "Klila bel-Hermas", nommées de "F<sub>1</sub>" à "F<sub>15</sub>" varient, respectivement, entre 4,28 et 5,21. Une différence significative ( $p < 0,05$ ) a été enregistré entre la formulation nommée "F<sub>12</sub>" ayant enregistré un pH de 4,28 et la formulation nommée "F<sub>9</sub>" ayant

Enregistré un pH de 5,21. Cette différence significative ( $p < 0,05$ ) est probablement liée à la proportion de facteur “*Ghars*”, incorporée dans les formulations. La formulation nommée “F<sub>9</sub>” contient une proportion 0,35 de “*Ghars*” ; et la formulation nommée “F<sub>12</sub>” contient une proportion de 0,42 en “*Ghars*”.

Les résultats obtenus pour l’acidité (**tableau 8**), ont enregistré des valeurs allant de 0,05% à 0,10% ; sans noter de différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les formulations préparées.

### III.1.2. Teneur en eau et taux des cendres

Les valeurs de teneur en eau enregistrées et regroupés dans le **tableau 8**, ont montré une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre la formulation nommée “F<sub>7</sub>” ayant enregistré un teneur en eau de 84,80% ; et la formulation nommée “F<sub>8</sub>” ayant enregistré un teneur en eau de 90,99%. Concernant le taux des cendres (**tableau 8**) une différence significative ( $p < 0,05$ ) a été notée entre la formulation nommée “F<sub>15</sub>” ayant notée de 0,71 % et la formulation nommée “F<sub>6</sub>” ayant enregistré un taux de cendre de 0,15 %.

### III.1.3. Teneur en polyphénols totaux (TPC), teneur en flavonoïdes totaux (TFC) et l’activité antioxydant (DPPH)

La teneur en polyphénol totaux et la teneur en flavonoïdes totaux et l’activité antioxydant (DPPH) ont été évaluées pour les quinze formulations de la boisson “*Klila bel-Hermas*”, les résultats sont regroupés dans le **tableau 9**, ci-dessous.

**Tableau 9** : les résultats de dosage des polyphénols totaux (TPC), dosage des flavonoïdes totaux (TFC) et l'activité antioxydante (DPPH) des formulations.

Formulations	TPC (mg Eq. AG/g)	TFC (mg Eq. Q/g)	AA-DPPH (%)
F <sub>1</sub>	0,96 ± 0,12 <sup>bcd</sup>	0,01 ± 0,0003 <sup>gh</sup>	66,44 ± 0,20 <sup>abc</sup>
F <sub>2</sub>	0,42 ± 0,01 <sup>e</sup>	0,0006 ± 0,0004 <sup>i</sup>	62,77 ± 3,90 <sup>abc</sup>
F <sub>3</sub>	1,33 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>bc</sup>	60,97 ± 3,71 <sup>bc</sup>
F <sub>4</sub>	1,03 ± 0,23 <sup>bc</sup>	0,04 ± 0,0008 <sup>de</sup>	64,09 ± 17,12 <sup>ab</sup>
F <sub>5</sub>	1,02 ± 0,03 <sup>bc</sup>	0,04 ± 0,003 <sup>cd</sup>	51,34 ± 1,23 <sup>d</sup>
F <sub>6</sub>	1,05 ± 0,04 <sup>bc</sup>	0,08 ± 0,006 <sup>b</sup>	50,36 ± 1,24 <sup>d</sup>
F <sub>7</sub>	1,29 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,05 ± 0,004 <sup>cd</sup>	50,97 ± 0,22 <sup>d</sup>
F <sub>8</sub>	0,57 ± 0,10 <sup>de</sup>	0,02 ± 0,003 <sup>efghi</sup>	65,87 ± 5,61 <sup>cd</sup>
F <sub>9</sub>	2,38 ± 0,36 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,007 <sup>a</sup>	72,50 ± 0,13 <sup>a</sup>
F <sub>10</sub>	0,79 ± 0,05 <sup>cde</sup>	0,04 ± 0,01 <sup>def</sup>	63,22 ± 0,06 <sup>abc</sup>
F <sub>11</sub>	0,54 ± 0,03 <sup>e</sup>	0,03 ± 0,001 <sup>defg</sup>	63,88 ± 1,10 <sup>abc</sup>
F <sub>12</sub>	0,75 ± 0,07 <sup>cde</sup>	0,0078 ± 0,004 <sup>hi</sup>	64,96 ± 0,22 <sup>abc</sup>
F <sub>13</sub>	1,04 ± 0,19 <sup>bc</sup>	0,02 ± 0,004 <sup>fghi</sup>	66,69 ± 0,07 <sup>abc</sup>
F <sub>14</sub>	0,97 ± 0,08 <sup>bcd</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>efgh</sup>	67,20 ± 0,16 <sup>abc</sup>
F <sub>15</sub>	1,31 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,02 ± 0,007 <sup>efghi</sup>	70,10 ± 0,32 <sup>ab</sup>

Les résultats sont rapportés en moyenne ± écart type, dont les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i représentent les différences significatives entre les quinze produits préparés ( $p < 0,05$ ),

**TPC (mg Eq. AG/g)** : Total Polyphénols Content – teneur en polyphénols totaux (en mg équivalent d'acide gallique par g),

**TFC (mg Eq. Q/g)** : Total Flavonoïdes Content – teneur en flavonoïdes totaux (en mg équivalent de quercétine par g),

**AA-DPPH (%)** : activité antioxydante par test se DPPH.

La comparaison des moyennes a montré que la teneur en polyphénols totaux (TPC) la plus faible (**tableau 9**) a été enregistré pour la formulation nommé “F<sub>2</sub>” qu’est de 0,42 (mg Eq. AG/g) ayant une proportion de 0,00 en “Dgouft”, et la teneur la plus élevée a été noté pour la formulation nommée “F<sub>9</sub>” qu’est de 2,38 (mg Eq. AG/g), ayant la proportion la plus élevée en “Dgouft” qu’est de 0,20, avec une différence significative notée entre les deux formulations ( $p < 0,05$ ).

Concernant la teneur en flavonoïdes totaux (TFC) des quinze formulations (**tableau 9**), une différence significative ( $p < 0,05$ ) été enregistré entre la formulation nommée “F<sub>9</sub>”, ayant un taux en flavonoïdes totaux de 0,11 (mg Eq. Q/g), et la formulation nommée “F<sub>2</sub>” a enregistré un taux de flavonoïdes totaux de 0,0006 (mg Eq. Q/g), sachant que la proportion de “Dgouft”, a été de 0,20 pour la formulation “F<sub>9</sub>”, et de 0,00 pour la formulation “F<sub>2</sub>”.

Les valeurs de l'activité antioxydant (DPPH) regroupés dans le **tableau 9**, ont montré une différence significative ( $p < 0,05$ ), entre la formulation nommée “F<sub>9</sub>” qu’est de 72,50 %, ayant la

proportion la plus élevée, parmi les quinze formulations la boisson ‘‘*Klila bel-Hermas*’’, en ‘‘*Dgouft*’’ qu’est de 0,20, et la formulation ‘‘F<sub>5</sub>’’, ayant enregistré un valeurs de 51,34 qu’est de proportion de 0,07 en ‘‘*Dgouft*’’.

#### III.1.4. Les résultats de chroma mètre (L\*, a\*, b\*) et de Brix (°B)

Les résultats de chroma mètre (L\*, a\*, b\*) et de Brix (°B) des quinze formulations la boisson ‘‘*Klila bel-Hermas*’’ sont regroupés dans le **tableau 10**.

**Tableau 10** : les résultats de colorimètre (L\*, a\*, b\*) et de Brix (°B) des quinze formulations

Formulations	Colorimétrie			Brix (°B)
	L*	a*	b*	
F <sub>1</sub>	36,55 ± 0,21 <sup>g</sup>	3,03 ± 0,05 <sup>b</sup>	16,81 ± 0,11 <sup>e</sup>	10,16 ± 0,05 <sup>bc</sup>
F <sub>2</sub>	42,15 ± 0,33 <sup>d</sup>	0,57 ± 0,01 <sup>g</sup>	16,87 ± 0,16 <sup>e</sup>	8,70 ± 0,10 <sup>e</sup>
F <sub>3</sub>	34,19 ± 0,54 <sup>h</sup>	1,29 ± 0,11 <sup>e</sup>	12,82 ± 0,43 <sup>g</sup>	9,06 ± 0,15 <sup>de</sup>
F <sub>4</sub>	41,17 ± 1,21 <sup>e</sup>	1,13 ± 0,04 <sup>e</sup>	18,48 ± 0,13 <sup>d</sup>	11,13 ± 0,15 <sup>a</sup>
F <sub>5</sub>	41,43 ± 0,41 <sup>de</sup>	1,14 ± 0,01 <sup>h</sup>	16,53 ± 0,20 <sup>e</sup>	10,86 ± 0,05 <sup>ab</sup>
F <sub>6</sub>	45,32 ± 0,25 <sup>c</sup>	0,76 ± 0,04 <sup>f</sup>	18,75 ± 0,10 <sup>cd</sup>	10,73 ± 0,23 <sup>ab</sup>
F <sub>7</sub>	41,40 ± 0,42 <sup>de</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>h</sup>	15,75 ± 0,16 <sup>f</sup>	10,46 ± 0,25 <sup>ab</sup>
F <sub>8</sub>	48,59 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,72 ± 0,00 <sup>fg</sup>	20,82 ± 0,09 <sup>b</sup>	7,10 ± 0,10 <sup>g</sup>
F <sub>9</sub>	27,25 ± 0,04 <sup>i</sup>	-1,81 ± 0,01 <sup>j</sup>	8,35 ± 0,09 <sup>h</sup>	7,90 ± 0,10 <sup>f</sup>
F <sub>10</sub>	41,63 ± 0,07 <sup>de</sup>	4,85 ± 0,05 <sup>a</sup>	19,17 ± 0,15 <sup>c</sup>	7,40 ± 0,10 <sup>fg</sup>
F <sub>11</sub>	53,11 ± 0,11 <sup>a</sup>	-0,16 ± 0,01 <sup>i</sup>	21,79 ± 0,19 <sup>a</sup>	7,83 ± 0,35 <sup>fg</sup>
F <sub>12</sub>	41,33 ± 0,24 <sup>de</sup>	4,72 ± 0,12 <sup>a</sup>	22,15 ± 0,19 <sup>a</sup>	10,36 ± 0,11 <sup>ab</sup>
F <sub>13</sub>	38,88 ± 0,23 <sup>f</sup>	1,65 ± 0,02 <sup>d</sup>	16,49 ± 0,13 <sup>e</sup>	10,16 ± 0,32 <sup>bc</sup>
F <sub>14</sub>	39,44 ± 0,36 <sup>f</sup>	2,57 ± 0,01 <sup>c</sup>	18,71 ± 0,18 <sup>cd</sup>	8,86 ± 0,20 <sup>de</sup>
F <sub>15</sub>	33,84 ± 0,09 <sup>h</sup>	0,76 ± 0,04 <sup>f</sup>	13,20 ± 0,19 <sup>g</sup>	9,53 ± 0,73 <sup>cd</sup>

Les résultats sont rapportés en moyenne ± écart type, dont les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j représentent les différences significatives entre les quinze produits préparés (p<0,05),

L\* : la clarté,

a\* : indice de la couleur rouge,

b\* : indice de la couleur jaune,

Brix : 1°Brix équivaut à 1g de saccharose pour 100g de milieu.

La mesure de la couleur se fait par un chroma mètre (colorimètre) par une prise de photo, dont il apparait 3 indices, l’indice ‘‘L\*’’, correspond à la luminance de la surface (la clarté), l’indice ‘‘a\*’’ correspond au degré de saturation de la couleur rouge en allant du vert, et l’indice ‘‘b\*’’ correspond au degré de saturation de la couleur jaune.

Les résultats de chroma mètre présenté dans le **tableau 10**, ont montré une différence significative (p<0,05) pour l’indice ‘‘L\*’’ (indice de clarté) entre la formulation nommée ‘‘F<sub>11</sub>’’, ayant enregistré une valeur de l’indice ‘‘L\*’’ de 53,11, et la formulation nommée ‘‘F<sub>9</sub>’’ ayant

enregistré une valeur de l'indice "L\*" de 27,25. Cette différence significative ( $p < 0,05$ ) est probablement due à la proportion de "Klila" incorporée dans les formulations, sachant que la formulation "F<sub>11</sub>" contient une proportion de "Klila" qu'est de 0,40 ; tandis que la formulation "F<sub>9</sub>" contient une proportion de 0,30 en "Klila".

Une différence significative ( $p < 0,05$ ) de l'indice "a\*" (degré de saturation de la couleur rouge) a été enregistrée entre la formulation "F<sub>1</sub>", ayant enregistré une valeur de l'indice "a\*" de 3,03, et la formulation "F<sub>7</sub>" ayant enregistré une valeur de l'indice "a\*" de 0,05, due à la différence entre les proportions de "Ghars" et "Hermas", car la formulation "F<sub>1</sub>" contient une proportion de "Hermas" de 0,20 ; tandis que la formulation "F<sub>7</sub>" contient une proportion de "Hermas" qu'est de 0,15. Les valeurs de couleurs obtenues pour l'indice "a\*" sont faible et négative pour les formulations "F<sub>9</sub>" et "F<sub>11</sub>", ce qui signifie que la couleur est plus proche du vert que de rouge en raison de la présence de la plante "Dgouft".

Concernant l'indice "b\*" les valeurs enregistrées sont positive signifiant un couleur jaune pour les formulations, une différence significative ( $p < 0,05$ ) a été enregistré entre la formulation "F<sub>9</sub>" ayant enregistré une valeur de l'indice "b\*" de 8,35 et la formulation nommé "F<sub>12</sub>" ayant enregistré une valeur de l'indice "b\*" de 22,15. Cette différence significative ( $p < 0,05$ ) est probablement due au fait de la proportion de "Klila", sachant que la formulation "F<sub>9</sub>" contient une proportion de de 0,30 ; tandis que la formulation "F<sub>12</sub>" contient une proportion de 0,37 en "Klila".

La variation des résultats obtenues pour la mesure de couleur par chroma mètre des formulations de la boisson "Klila bel-Hermas" est due à la variation dans les proportions incorporées dans la préparation de chacune des formulations.

Les résultats obtenus pour le Brix sont regroupés dans le **tableau 10**, une différence significative ( $p < 0,05$ ) a noté d'un côté entre la formulation nommée "F<sub>5</sub>", qui a enregistré 10,86 °Brix et ayant une proportion de 0,42 de "Ghars" et d'autre côté la formulation nommée "F<sub>8</sub>" avait enregistré une valeur de 7,10 °Brix, ayant une proportion de 0,35 de "Ghars".

### III.2. Les résultats de l'analyse microbiologique

Les résultats de la qualité hygiénique des formulations de la boisson "Klila bel-Hermas", avaient montré la présence des microorganismes recherchés (les levures et les moisissures, la flore mésophile aérobie totale) a en charge bactérienne trée faible, avec l'absence des microorganismes indésirable (les coliformes fécaux et les coliformes totaux). Ces résultats

Répondent aux exigences des normes de journal officiel de la république algérienne de 2017 (algérienne, 2017).

### III.3. Les résultats d'optimisation des formulations

L'optimisation des formulations de la boisson "*Klila bel-Hermas*" en appliquant le plan des mélange "*D optimal*" dans le but de réduire le nombre des essais expérimentales. La vérification de la capacité prédictive du modèle pour les conditions optimales, les valeurs prédictives des réponses physico- chimiques, à savoir le pH, l'acidité, le teneur en eau, le taux des cendres, le taux en polyphénols totaux et le taux en flavonoïdes totaux, l'activité antioxydante (DPPH), la chroma mètre et le Brix ont été déterminées en utilisant la désirabilité maximale.

Selon le profil de prédiction présenté dans la **figure 8**, ci-dessous, la formulation optimale proposée de la boisson "*Klila bel-Hermas*", en appliquant la désirabilité maximale de la prédiction ; est celle contenant la proportion de 0,35 du "*Klila*", la proportion 0,38 de "*Ghars*", la proportion 0,19 de "*Hermas*", et la proportion 0,06 de "*Dgouft*".

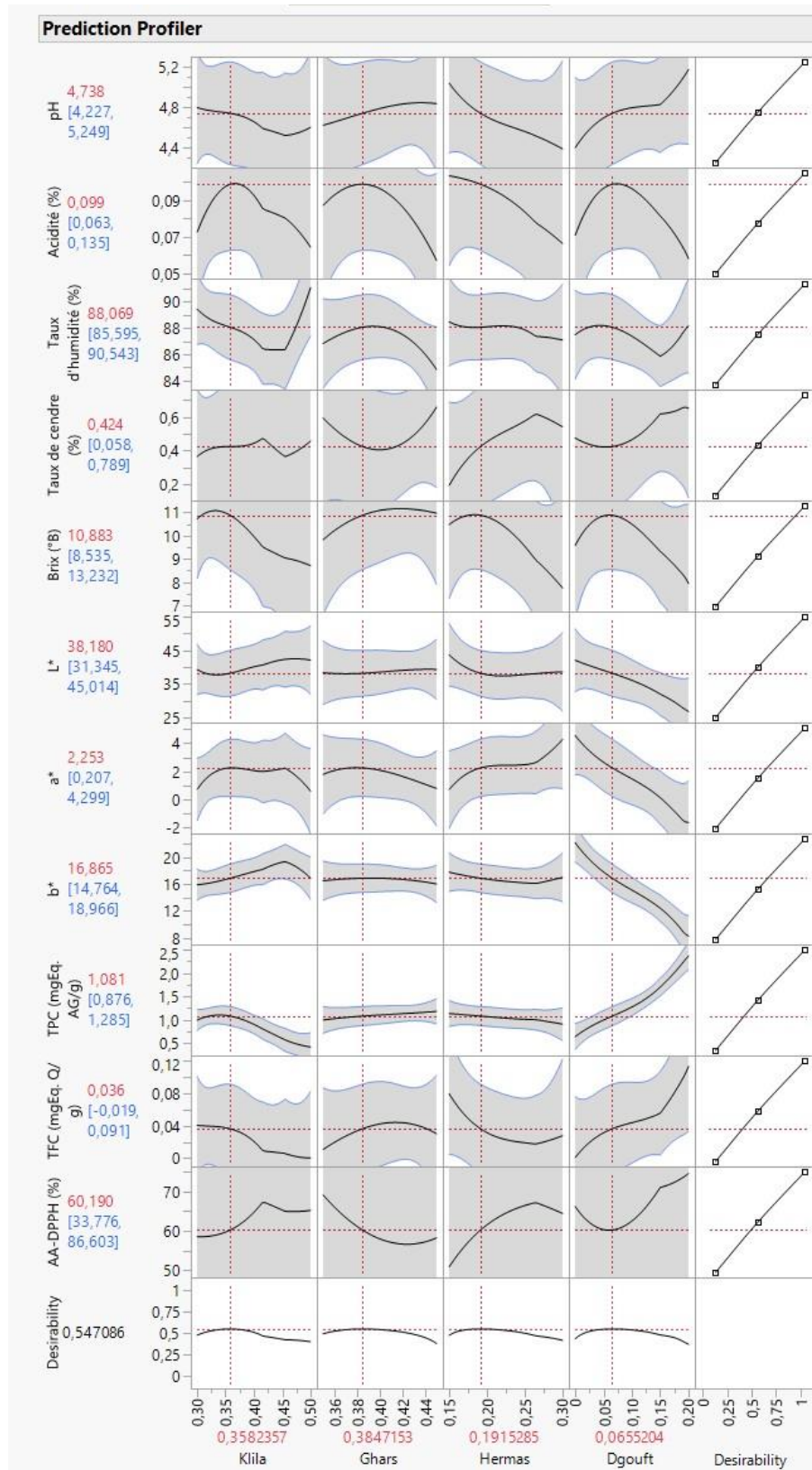


Figure 8 : le profil de prédiction pour la formulation optimale de boisson lactée “Klila bel-Hermas”.

Cette formulation optimale a été préparée et une caractérisation physico-chimique a été appliquée. Pour une validation de la prédiction de modèle proposé, le **tableau 11**, ci-dessous, représente les résultats de la caractérisation physico-chimique de la formulation optimale prédictive comparés aux résultats reproduits expérimentalement.

Les erreurs de prédiction pour chaque réponse, sont calculées suivant l'équation de calcul du pourcentage d'erreur de prédiction (**Baraldo & Furlanut, 1995**), présenté ci-dessous :

$$\text{Erreur de prédiction (\%)} = \frac{\text{valeur expérimentale} - \text{valeur prédictive}}{\text{valeur prédictive}} \times 100$$

À partir de **tableau 11**, les valeurs de prédiction de modèle concernant la formulation optimale, sont en accord pour les réponses de teneur en eau et la colorimétrie pour L\* avec les valeurs expérimentales. L'erreur de prédiction est plus élevée pour le pH taux des cendres, le taux des polyphénols totaux, le taux des flavonoïdes totaux, le Brix, colorimétrie pour a\* et b\* et l'activité antioxydant (DPPH).

**Tableau 11** : Les résultats expérimentaux et prédictifs de pH, l'acidité, le teneur en eau, le taux des cendres, TPC, TFC, de l'activité antioxydant, la colorimétrie et de Brix de la formulation optimale.

Formulations	Paramètres										
	pH	Acidité (%)	Teneur en eau (%)	Taux de Cendres (%)	TPC (mg Eq. AG/g)	TFC (mg Eq. Q/g)	AA- (DPPH) (%)	Colorimétrie			Brix (°B)
								L*	a*	b*	
Valeurs prédictives	4,73	0,10	88,07	0,42	1,08	0,03	60,19	38,18	2,25	16,86	10,88
Valeurs expérimentales	4,04 ± 0,01	0,52 ± 0,01	88,89 ± 0,85	0,14 ± 0,02	1,32 ± 0,06	0,0146 ± 0,0013	74,76 ± 0,13	38,33 ± 0,15	1,06 ± 0,00	14,36 ± 0,18	9,33 ± 0,25
Erreur de prédiction (%)	14,58	80,72	0,93	66,66	22,22	51,33	24,20	0,39	52,88	14,82	14,24

pH : potentiel d'hydrogène ; TPC : Total Polyphenols Content, TPC (mg Eq. AG/g) : Taux des polyphénols totaux en mg équivalent d'acide gallique par g ;

TFC (mg Eq. Q/g) : Taux des flavonoïdes totaux en mg équivalent de quercétine par g, AA-DPPH (%) : activité antioxydante par test se DPPH..

L\* : la clarté, a\* : la couleur rouge, b\* : la couleur jaune, Brix : 1°Brix équivaut à 1g de saccharose pour 100g de milieu.

# **Conclusion et perspectives**

## Conclusion et perspectives

---

### Conclusion et perspectives

Ce travail est porté sur une boisson traditionnelle préparée et largement consommée dans la région de ‘*Bou Saâda*’, depuis 1960, c’est une boisson lactée, localement nommée ‘*Klila bel-Hermas*’ préparé à base des composés naturels et locales. Les ingrédients (facteurs) incorporées dans la préparation de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’ sont le fromage de ‘*Klila*’, la plante *Artemisia Campestris L.* appelée ‘*Dgouft*’, la pâte des dattes nommée ‘*Ghars*’, et l’abricot séchée appelé localement ‘*Hermas*’. L’incorporation des composés cités dans la préparation de la boisson lactée a été réalisée selon des proportions proposées par le plan de mélange ‘*D optimal*’, ainsi quinze formulations nommées ‘*F<sub>1</sub>*’ jusqu’à ‘*F<sub>15</sub>*’ ont été préparés.

Une caractérisation physico-chimique et une analyse microbiologique ont été appliquées pour les quinze formulations préparées. Les paramètres physico-chimiques étudiés sont le pH, l’acidité, le teneur en eau, le taux des cendres, les dosages des polyphénols totaux, des flavonoïdes totaux, l’activité antioxydants, la chroma mètre et le Brix.

L’étude statistique des résultats obtenus suite à l’analyse physico-chimique ont montrés des différences significatives ( $p < 0.05$ ) pour le pH, le teneur en eau, le taux des cendres, la colorimétrie et pour le Brix, ces différences sont probablement due à l’effet des proportions de chaque constituant entrant dans la préparation des quinze boissons. Aucune différence significative ( $p > 0.05$ ), n’a été enregistré pour l’acidité pour les produits préparées.

Les quinze formulations de la boisson lactée ‘*Klila bel-Hermas*’ se caractérisent par une teneur importante en polyphénols totaux et flavonoïdes totaux et une activité antioxydant important particulièrement pour la formulation ‘*F<sub>9</sub>*’ qu’est de 72,50 %, ayant la proportion la plus élevée en ‘*Dgouft*’ qu’est de 0,20.

Les résultats des analyses microbiologiques des quinze formulations montrent leur conformité aux normes d’hygiène concernant la manipulation des aliments, ce qui offre un produit d’une qualité hygiénique acceptable.

Selon le profil de prédiction, la formulation optimale proposée de la boisson ‘*Klila bel-Hermas*’, en appliquant la désirabilité maximale de la prédiction ; est celle contenant la proportion de 0,35 du ‘*Klila*’, la proportion 0,38 de ‘*Ghars*’, la proportion 0,19 de ‘*Hermas*’, et la proportion 0,06 de ‘*Dgouft*’.

## Conclusion et perspectives

---

En perspective, cette étude peut être considérée comme une exploitation des ressources naturelles disponible pour une valorisation des produits préparées traditionnellement comme le fromage ‘‘*Klila*’’, c’est une fenêtre permettant d’apprendre plus sur les traditions de notre région et pour exploiter les modalités possibles de développement de produits originaux au niveau industriel.

# Références bibliographiques

---

## Références bibliographiques

- Akrout, A. (2004). Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). 62.
- algérienne, j. o. d. l. r. (2017). journal officiel de la république algérienne
- AOAC. (1990). association of official analytical chemists.
- AOAC. (1995). association of official analytical chemists.
- Ashraf, Zahra Hamidi , & Zohreh. ( 2011). Date and Date Processing: A Review. *Food Reviews International - FOOD REV INT*, 27, 101-133.
- Bahlouli, F., Tiaiba, A., & Slamani, A. (2009). Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila
- BAHLOULI, F., TIAIBA, A., & SLAMANI, A. (2009). Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila. *Revue des énergies renouvelables*, 61-66.
- Balthazar, C., Santillo, A., Guimarães, J., Capozzi, V., Russo, P., Caroprese, M., . . . Silva, M. (2019). Novel milk–juice beverage with fermented sheep milk and strawberry (*Fragaria* × *ananassa*): Nutritional and functional characterization. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 10724-10736.
- Benamara, R., Gemelas, L., Ibri, K., Moussa-Boudjemaa, B., & Demarigny, Y. (2016). Sensory, microbiological and physico-chemical characterization of Klila, a traditional cheese made in the south-west of Algeria. *African Journal of Microbiology Research*, 10(41), 1728-1738.
- Bora, K. S., & Sharma, A. (2011). The genus *Artemisia*: a comprehensive review. [Review]. *Pharm Biol*, 49(1), 101-109.
- Bousselma, A. (2022). *Etude de procédé de transformation d'abricot (Prunus armeniaca L.) en produit fini par séchage*. UB1.
- Brennstuhl, M.-J., Martignon, S., & Tarquinio, C. (2021). Alimentation et santé mentale : l'alimentation comme voie vers le bonheur ? *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 35, 168-183.
- Bruneton, J., & Hatton, C. K. (1999). *Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants*: Intercept.
- Cano, A., & Arnao, M. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant activity and vitamin C content of commercial orange juices: correlation with organoleptic parameters.

## Références bibliographiques

---

- Choubaila, L., & Mabrouk, C. (2015). Contribution on the characterization of Klila, a traditional cheese in east of Algéria. *Livestock Research for Rural Development*, 27.
- Dagnelie, P. (2008). Le plan d'expérience évolue. *Revue Modulad*, 38, 13-36.
- de Aguiar, P. F., Bourguignon, B., Khots, M., Massart, D., & Phan-Thau-Luu, R. (1995). D-optimal designs. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 30(2), 199-210.
- Dob, T., Dahmane, D., Berramdane, T., & Chelghoum, C. (2005). Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia campestris*. L. from Algeria. *Pharmaceutical Biology*, 43(6), 512-514.
- Elgaroui, M. K. E., Reda, M., mehdi, D., Malissa, B., Hana, A., Khadija, B., & Nada, M. (2019). *Rapport de Stage De la région de Boussaâda Région de Semsad*.
- Étienne, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. [livre].
- Fakchich, J., & Mostafa, E. (2014). Ethnobotanical survey of medicinal plants used by people in Oriental Morocco to manage various ailments. *Journal of ethnopharmacology*, 154.
- Feng, C., Wang, B., Zhao, A., Wei, L., Shao, Y., Wang, Y., . . . Zhang, F. (2019). Quality characteristics and antioxidant activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. *Food Chemistry*, 277, 238-245.
- Gaddour, A., Najari, S., Abdennebi, M., Arroum, S., & Assadi, M. (2013). Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. *Options Méditerranéennes A*, 108, 151-154.
- géoffroy, D. N. (2014). control des parametres organoleptiques et physico-chimiques des produits entrant dans la production du nectar et des cocktail dafani.
- Gorbach, S. L., & Newton, S. I. (1996). The Discovery of *Lactobacillus* GG. *Nutrition Today*, 31(6), 5S.
- Goupy, J., & Creighton, L. (2001). introduction aux plans d'expériences.
- Granges, A., Gillioz, J.-M., Augsburger, J., & Nicollier, F. (2008). Variétés de tomate à grappes cultivées hors sol à basse température: valeur agronomique, analytique et gustative. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic*, 40(4), 223-229.
- Grimplet, J. (2004). *Génomique fonctionnelle et marqueurs de qualité chez l'abricot*.
- Gurrieri, F., Audergon, J.-M., Albagnac, G., & Reich, M. (2001). Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. *Euphytica*, 117(3), 183-189.

## Références bibliographiques

---

- Hacıseferoğulları, H., Gezer, I., Özcan, M. M., & MuratAsma, B. (2007). Post-harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 364-373.
- Harrati, E. (1976). le klila 20.
- Hormaza, J., Yamane, H., & Rodrigo, J. (2007). Apricot. *Fruits and nuts*, 171-187.
- Jemni, M., Sihem, B., Namsi, A., Chekroun, F., Rahmani, A., Elbardi, S., . . . Mefteh, A. (2019). *TRANSFORMER LES DÉCHETS DU PALMIER DATTIER EN COMPOST POUR PRÉSERVER L'OASIS DE CHENINI*.
- Karakaya, S. E., AA Taş, S. (2001). Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *International journal of food sciences and nutrition*, 52(6), 501-508.
- Kim, D.-O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81(3), 321-326.
- Korifi, R., Le Dréau, Y., Antinelli, J.-F., Valls, R., & Dupuy, N. (2013). CIEL\* a\* b\* color space predictive models for colorimetry devices–Analysis of perfume quality. *Talanta*, 104, 58-66.
- Lamani, O., & Cheriet, F. (2011). Analyse concurrentielle et positionnement d'une PME dans le secteur de la boisson en Algérie: cas de NCA. *les cahiers du cread*, 96, 107-135.
- Mahmoudi, H., Hosseininia, G., Azadi, H., & Fatemi, M. (2008). Enhancing date palm processing, marketing and pest control through organic culture. *J Org Sys*, 3.
- Malik, S., De, I., Singh, M., Galanakis, C., Alamri, A., & Yadav, J. (2021). Isolation and Characterisation of Milk-derived Amyloid-like Protein Aggregates (MAPA) from Cottage Cheese. *Food Chemistry*, 373, 131486.
- Meribai, A., Djenidi, R., Hammouche, Y., & Bensoltane, A. (2017). Physico-chemical characterization and microbiological quality evaluation of klila, an artisanal hard dried cheese from Algerian's arid areas: Preliminary study. *40*, 2169-2174.
- Meunier, C. (2011). Les boissons rafraîchissantes sans alcool: définition, composition et place dans les apports nutritionnels. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(1), H5-H12.
- Mirjalili, M., Tabatabaei, S., Hadian, J., Nejad Ebrahimi, S., & Sonboli, A. (2007). Phenological Variation of the Essential Oil of *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit from Iran. *Journal of Essential Oil Research - J ESSENT OIL RES*, 19, 326-329.
- Monteiro, L., Saiyouri, N., Yanez-Godoy, H., & Saliba, J. (2022). Optimisation par plan de mélange de la résistance mécanique d'un liant géopolymère à partir de sédiment de dragage. *Academic Journal of Civil Engineering*, 40(1), 199-202.

## Références bibliographiques

---

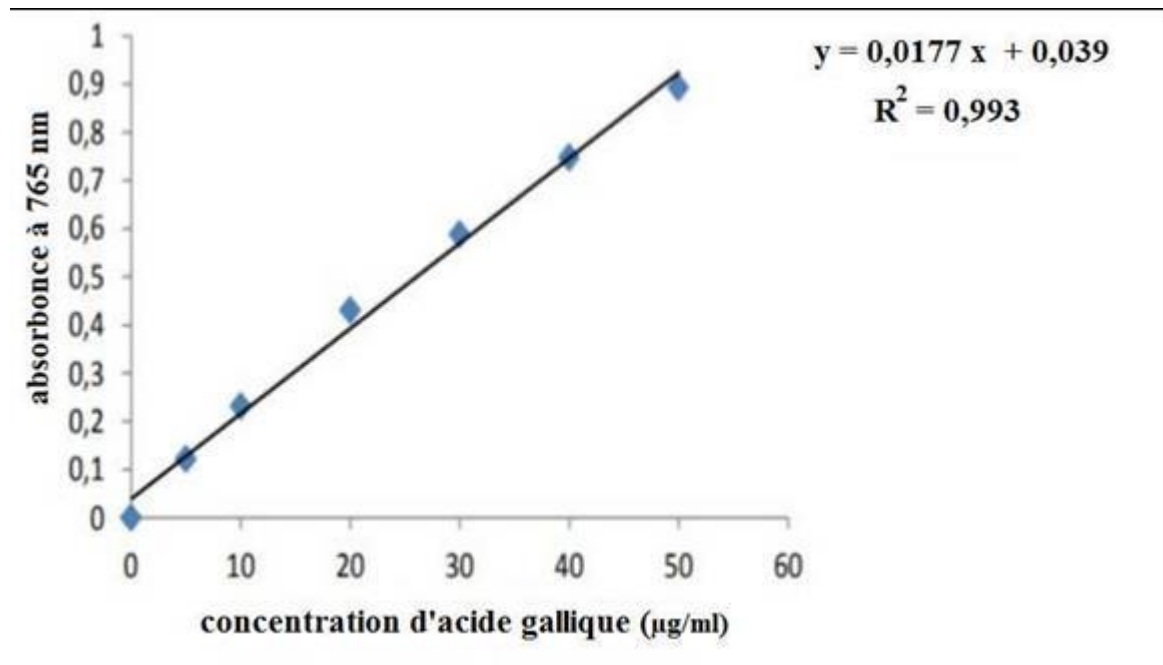
- Mourad, B., Mihoub, Z. M., & Sétif, U. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L
- Neffati. (2002). Allelochimique comportement d'*Artemisia campestris* L. dans les Parcours de la Djefara tunisienne. *Thèse de doctorat en chimie organique*.
- Pierre, Q., Sébastien, S., & Louis, E. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales [livre].
- Ribéreau-Gayon, P., & Gautheret, R.-J. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. (*No Title*).
- Ruiz, D., Egea, J., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I. (2005). Carotenoids from new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties and their relationship with flesh and skin color. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(16), 6368-6374.
- Thomas, C., Romain, J., & Gérard, B. (2008). *Fondements physicochimiques de la technologie laitière*: Lavoisier.

# Annexes

---

## Annexe 1

### Représentation de la gamme d'étalonnage des polyphénols totaux



### Représentation de la gamme d'étalonnage des flavonoïdes

