

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA Béjaïa

Faculté des sciences de la nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité Microbiologie Appliquée



Réf :

Mémoire de fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER

Thème

***Formulation d'une crème cosmétique
à base d'orange sanguine***

Présenté par
Ait Khelifa Kenza et Bessa Thiziri
Soutenu le : **29 juin 2024**

Devant le jury composé de :

Mr. Nabti El Hafid	MCA	Président
Mme. Saidani-Nouri Karima	MCA	Examinatrice
Mme. Adel-Abderrahim Khadidja	MAB	Encadrante
Mme. Sait-Dib Sabrina	MCA	Co-Encadrante

Année Universitaire 2023/2024

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA Béjaïa

Faculté des sciences de la nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité Microbiologie Appliquée



Réf :

Mémoire de fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER

Thème

***Formulation d'une crème cosmétique
à base d'orange sanguine***

Présenté par
Ait Khelifa Kenza et Bessa Thiziri
Soutenu le : **29 juin 2024**

Devant le jury composé de :

Mr. Nabti El Hafid	MCA	Président
Mme. Saidani-Nouri Karima	MCA	Examinatrice
Mme. Adel-Abderrahim Khadidja	MAB	Encadrante
Mme. Sait-Dib Sabrina	MCA	Co-Encadrante

Année Universitaire 2023/2024

Remerciements

Ce présent travail est le fruit des nombreuses années d'études. À cet égard, nous tenons d'abord à remercier le Tout-Puissant de nous avoir accordé la force, la volonté et le courage, ainsi que de nous avoir guidés sur le chemin du savoir pour accomplir ce modeste travail

Ensuite, nous adressons nos remerciements à tous les enseignants, qui sans eux, nous ne serons pas à ce stade de fin d'études. Leurs patiences et leurs consciences durant le travail sont le facteur de notre réussite.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme ADEL-ABDERAHIM Khadîdja. On la remercie pour ses compétences professionnelles incontestables ainsi que ses qualités humaines, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité tout au long de la préparation de ce mémoire.

Nous souhaitons également exprimer notre profonde gratitude à notre co-encadrante, Madame Sait-Dib Sabrina, pour son soutien précieux et ses conseils avisés. Son engagement et son aide ont grandement contribué à l'avancement de notre travail.

Comme on tient à remercier les membres de jurys à leur tête le président Monsieur NABTI ainsi l'examinatrice Madame SAIDANI pour l'attention fournie afin d'évaluer ce travail. On souhaite également adresser nos remerciements les plus sincères aux personnels de laboratoires de 3BS qui ont facilité nos recherches et qui nous ont assuré un suivi tout au long de notre période de recherche.

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

À ma grand-mère

Je tiens à exprimer toute ma gratitude pour ta présence, ta sagesse et ton amour inconditionnel qui ont illuminé ma vie depuis toujours.

À mon frère et mes adorables petites sœurs, Ines, Lydia, Imen, aussi ma chère tante Ania, ma cousine Kenza.

À celui qui occupe la place la plus précieuse dans mon cœur.

À ma chère collègue Kenza, ma douce sœur qui a eu la patience de me supporter durant ce mémoire et qui m'a encouragé à chaque instant. Je vous apprécie ainsi que toute sa famille.

A toutes mes amies sans exception Au quelles je souhaite une très bonne continuation dans leurs parcours.

À vous, chers lecteurs.

THIZIRI

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à mes chers parents et à mon unique frère, dont l'amour et le soutien m'ont permis d'arriver jusqu'ici.

À mes grands-parents, pour leur sagesse et leur bienveillance.

À mes cousins et cousines, pour leur présence chaleureuse et leurs mots réconfortants.

À tous mes amis et à ma chère collègue, pour leur amitié et leurs encouragements constants, leur influence positive et leur croyance en moi ont été une source de motivation inestimable.

Merci de m'avoir accompagné tout au long de ce parcours.

À vous, chers lecteurs.

KENZA

Liste des abréviations

Abs: Absorbance.

ANOVA: Analysis of variance.

cPa : Centipascal.

DMSO : Diméthylesulfoxyde.

E/H : Eau–huile.

EPH: Eau physiologique.

FAO: Food and agriculture organization of the United Nations.

FTAM : Flore totale aérobie mésophile.

GHz : Gigahertz.

H /E : Huile–eau.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

JORA : Journal officiel de la république Algérienne.

LBBBS : Laboratoire Biomathématiques Biophysique Biochimie et de Scientométrie.

MH: Muller Hinton.

MHz: Méga hertz.

N : Normalité.

P : P-value.

Pa. s :Pascal-seconde.

SM : Solution mère.

UBGN : Bactéries à Gram négatif.

VRBL : Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des Figures

Introduction 1

Synthèse Bibliographique

I. Généralités sur les agrumes et les oranges sanguines..... 3

I.1. Production d'agrumes en Algérie 3

I.2. Orange sanguine (*Citrus sinensis* L. Osbeck) 3

I.2.1. Origines..... 3

I.2.2. Description botanique 4

I.2.3. Composition et bienfaits 4

II. Séchage 5

II.1. Généralités sur le séchage 5

II.2. Techniques de séchage 5

II.2.1. Séchage par étuve..... 5

II.2.2. Séchage par micro-onde 6

III. Généralités sur la peau 6

III.1. Épiderme 7

III.2. Derme 8

III.3. Hypoderme 8

III.4. Fonctions de la peau	8
III.5. Types de peau.....	8
III.6. Mécanisme d'absorption cutanée (Contact peau -molécules).....	9
III.. Mécanismes de l'hydratation cutanée.....	10
IV. Produits cosmétiques	10
IV.1. Généralités	10
IV.2. Types de produits cosmétiques	10
IV.2.1. Produit cosmétique bio	10
IV.2.2. Produit cosmétique naturel.....	10
IV.2.3. Produit cosmétique classique	11
IV.3. Produit cosmétique bio vs classique.....	11
IV.4. Différents types des crèmes cosmétiques	11
IV.4.1. Crème hydratante.....	11
IV.4.2. Rôle d'une crème hydratante.....	12
IV.5. Composition d'une crème	12
IV.6. Emulsion	13

Partie Expérimentale

Matériel et Méthodes

I. Matériel végétale.....	14
II. Composition de base des crèmes élaborées	14
III. Formulation des crèmes élaborées	14
IV. Analyse des crèmes élaborées	15
IV.1. Contrôle de la qualité microbiologique	15
IV.2. Stabilité microbiologique.....	17
IV.3. Contrôle des paramètres physico-chimiques	17
IV.3.1. Mesure du pH.....	17
IV.3.2. Détermination de l'acidité titrable.....	17
IV.3.3. Détermination de la densité.....	18
IV.3.4. Mesure de la viscosité.....	18
IV.3.5. Mesure du degré Brix	18
IV.3.6. Stabilité à la centrifugation	19
V. Evaluation de l'activité antibactérienne des crèmes	19
VI. Evaluation sensorielle	20
VII. Analyse statistique.....	21

Résultats et discussion

I. Résultats des Analyses des crèmes hydratantes.....	22
I.1. Contrôle Microbiologique	22
I.2. Stabilité microbiologique	22
I.3. Contrôle des paramètres physico-chimiques	23
I.3.1 pH	23
I.3.2. Acidité titrable.....	24
I.3.3. Densité	24
I.3.4. Viscosité.....	24
I.3.5. Brix	24
I.3.6. Stabilité à la centrifugation	25
II. Activité antibactérienne des crèmes.....	25
III. Analyse sensorielle	27
Conclusion.....	35

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau I : Les principales caractéristiques qui différencient le chauffage par micro-ondes du chauffage conventionnel.	6
Tableau II : Crèmes élaborées avec différents additifs d'orange sanguine.....	14
Tableau III : Ingrédients et Mesures pour la recette de crème hydratante à l'orange sanguine.....	15
Tableau IV: Analyse Microbiologique des paramètres qualitatifs et quantitatifs	16
Tableau V: Résultats d'analyses physicochimiques.	23
Tableau VI: Résultat de l'activité antibactérienne contre les souches testées.....	25
Tableau VII: Evaluation du plan.	28
Tableau VIII : Pourcentage de satisfaction des juges par objet.	33
Tableau IX: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet.	34

Liste des Figures

Figure 1: Histogramme représentant la production d'agrumes en Algérie.....	3
Figure 2: Classification Botanique	4
Figure 3 : Coupe transversale de l'Orange Sanguine	4
Figure 4 : Diversité et organisation Cellulaire de l'Épiderme	7
Figure 5 : Les trois types de peau	9
Figure 6 : Comparaison entre un produit cosmétique biologique et classique.	11
Figure 7 : Schéma d'un émulsifiant	12
Figure 8: Schéma d'une émulsion avec un émulsifiant	13

Introduction

Introduction

Depuis l'apparition de l'espèce humaine, l'homme a su tirer profit de la végétation environnante. Aujourd'hui, les orangers, qui font partie de cette végétation, représentent la principale production fruitière au niveau mondial.

Les oranges sont une source nutritionnelle importante pour la santé humaine et ont une immense valeur économique (Xu et al. 2013).

Le genre Citrus, appartenant à la famille des Rutaceae, est largement cultivé à travers le monde, notamment dans les climats tropicaux et les régions tempérées. Ces plantes sont riches en composés bioactifs tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les huiles essentielles (Chutia et al.2009).

Habituellement les écorces d'orange sont jetées, Cependant, des études montrent que les écorces sont riches en vitamines C et en d'autres substances bioactives conférant différentes activités : antioxydante, antibactérienne et anti inflammatoire (Lagha-Benamrouche et al. 2018).

Les oranges et leurs extraits sont largement utilisés dans l'industrie cosmétique comme produits naturels en vue de leurs nombreux bienfaits pour la peau, notamment leurs propriétés anti oxydante, éclaircissante, exfoliante et odorante.

Actuellement, la tendance vers une vie plus respectueuse de l'environnement et de la santé, connue sous le nom de mode de vie bio, est en plein essor. L'objectif principal est de vivre de la manière la plus saine possible en évitant les produits chimiques potentiellement nocifs pour la santé. Si le secteur alimentaire bio a déjà pris une longueur d'avance ces dernières années, les cosmétiques biologiques et naturels commencent également à gagner en popularité (Djihane,2021).

Cette étude explore l'intégration de ce fruit dans des préparations cosmétiques, en utilisant des extraits et des poudres d'orange sanguine obtenus par séchage en étuve et au micro-onde.

L'objectif principal est de formuler des crèmes hydratantes enrichies de ces extraits et poudres, d'évaluer et de comparer leurs propriétés physicochimiques et microbiologiques, d'évaluer leurs activités antibactériennes, et de réaliser une analyse sensorielle.

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire LBBBS de l'université Abderrahmane Mira de Bejaïa, durant une période de 3 mois (Mars- Mai).

La méthodologie comprend une revue bibliographique sur les oranges sanguines et les procédés de séchage, suivie de la préparation et de l'analyse de six échantillons de crèmes avec différents additifs de l'orange sanguine.

Pour finir, le manuscrit se conclut par une synthèse des résultats et des perspectives de recherche future.

En suivant ces étapes, ce travail de mémoire explorera de manière approfondie l'utilisation innovante des oranges sanguines dans les cosmétiques, en combinant recherche fondamentale et application pratique pour répondre aux besoins actuels du marché des produits naturels.

Synthèse Bibliographique

I. Généralités sur les agrumes et les oranges sanguines

Dans les régions Méditerranéenne, on utilise souvent le mot « agrumes » pour décrire les arbres fruitiers qui gardent leurs feuilles toute l'année et produisent des fruits en hiver. Par contre, dans les pays anglo-saxons, on les appelle plutôt "Citrus"(Barrère 1954).

I.1. Production d'agrumes en Algérie

L'Algérie est un important producteur d'agrumes avec une prédominance des orangers. Durant la période (2020/2021), la production totale d'agrumes était de 15,9 millions de quintaux (FAO 2021) (Figure 1).

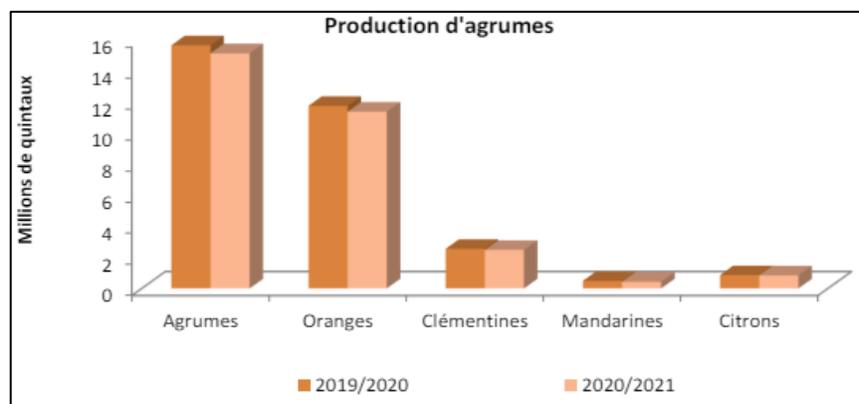


Figure 1: Histogramme représentant la production d'agrumes en Algérie) (Bazizi 2020).

I.2. Orange sanguine (*Citrus sinensis L. Osbeck*)

Le terme "orange" est dérivé du mot "nar", signifiant "parfum". Il a subi une évolution linguistique au fil du temps, influencée par le nom de la ville d'orange (Curk et al. 2014). Scientifiquement appelé *Citrus sinensis L. Osbeck* (Figure 2).

I.2.1. Origines

L'orange douce trouve ses origines en Asie du Sud-Est et a été cultivée en Chine vers 2500 av. J.-C, où elle était connue sous le nom de pommes "chinoises" (Etebu et al. 2014). Issue du résultat d'un croisement entre la mandarine (*Citrus reticulata Blanco*) et le pamplemousse (*Citrus grandis L. Osbeck*) (Novelli et al. 2006).

I.2.2. Description botanique

Le *Citrus sinensis* est un arbre qui a un feuillage persistant et peut atteindre une hauteur de 9 à 10 mètres avec de grandes épines sur les branches. Les feuilles sont alternes, ailées et mesurent entre 6,5 et 15 cm de long, avec une forme elliptique à ovale.

Les fleurs sont blanches, avec cinq pétales, et peuvent pousser seules ou en groupe de six, entourées de 20 à 25 étamines jaunes.

Les fruits sont arrondis ou ovales, leur structure est composée de 3 couches (Figure 3) deux formant l'écorce (péricarpe) et une forme la pulpe (endocarpe) (Favela-Hernández et al. 2016). Cette dernière est de teinte rouge clair à rouge foncé, remplie de sacs de jus entourés de membranes, formant un fuseau (Roussos,2016).

<p>Classification botanique Règne : Plantae. Division : Magnoliophyta. Classe : Dicotylédones. Sous-classe : Sapindales. Ordre : Rosidae. Famille : Rutaceae. Sous-famille : Aurantoideae. Genre : <i>Citrus</i>. Espèce : <i>Citrus sinensis</i>.</p>

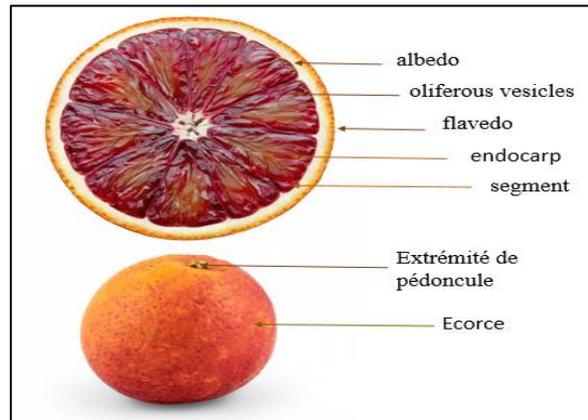


Figure 2: Classification Botanique (Shravan et al. 2018).

Figure 3 : Coupe transversale de l'Orange Sanguine (Etebu et al. 2014).

I.2.3. Composition et bienfaits

Les oranges sont riches en glucides notamment en saccharose, et contiennent une variété de vitamines telles que la vitamine C, les vitamines du groupe B et la vitamine E ainsi que des minéraux comme le calcium et d'autres composés comme la pectine.

Le fruit d'orange sanguine est riche en caroténoïdes, en acides phénoliques ,acide ascorbique, huiles essentielles et en flavonoïde (Adel,2023). Offrant ainsi des bienfaits potentiels pour la santé et des propriétés antioxydantes, antidiabétiques ,antibactériennes, antifongiques, anti ostéoporose, anti obésité, hypocholestérolémique, etc. (Dongre et al. 2023).

II. Séchage

II.1. Généralités sur le séchage

Le séchage des aliments, une technique ancestrale, qui permet d'obtenir un produit final sec (Abouo et al. 2016). Cette méthode prolonge la durée de conservation en limitant la croissance de microorganismes, préservant ainsi leur qualité (Alibas,2007), et facilite leur stockage, transport et manutention (Djerroud, 2010).

Les aliments séchés peuvent être stockés à température ambiante et réhydratés au besoin avant d'être utilisés pour la cuisine ou dans des processus industriels (Nguyen,2015).

Différentes méthodes de déshydratation des aliments existent, en fonction du type de produit à sécher, de sa qualité et de sa teneur en eau (Bonazzi et al. 2008).

II.2. Techniques de séchage

Il existe plusieurs techniques de séchage des aliments, notamment le séchage à l'air libre, le séchage en étuve, le séchage par micro-ondes, la lyophilisation, le séchage par pulvérisation, le séchage par tambour, le séchage sous vide, le séchage par infrarouge et le séchage par air chaud. Dans notre étude, nous avons opté pour le séchage par étuve et par micro-ondes en raison de leur efficacité et de leur capacité à conserver les composés bioactifs des oranges sanguines.

II.2.1. Séchage par étuve

Cette méthode consistait à mettre des aliments dans un four chaud à 60°C.

Aujourd'hui, la majorité des fruits et légumes sont séchés de cette façon en raison de sa simplicité. L'air chaud traverse les aliments ce qui contribue à réduire leur humidité. Plusieurs facteurs influencent la vitesse de séchage, comme la taille des aliments, la façon dont ils sont disposés par rapport à l'air chaud, la température et l'humidité de l'air, ainsi que le type de séchoir utilisé (Tableau I).

Il est à noter que cette opération peut rapidement conduire à une diminution significative du produit principalement au début de l'opération (Nguyen , 2015).

II.2.2. Séchage par micro-onde

Les micro-ondes, ou l'hyperfréquences, sont des ondes électromagnétiques composées d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Elles se situent dans des fréquences allant de 300 MHz à 300 GHz (Heistercampet al. 2002). Procédé complexe impliquant un transfert de chaleur et de masse, basé sur le chauffage volumétrique. La vapeur est générée à l'intérieur d'un aliment puis se propage via un gradient de pression interne. En raison de la forte pénétrabilité des microondes, les aliments à l'intérieur et à l'extérieur sont chauffés en même temps et leur température augmente simultanément. Il transforme l'énergie électromagnétique à haute fréquence en chaleur, favorisant ainsi une évaporation rapide de l'humidité liquide (Tableau I) (Guo et al. 2017).

Le séchage par micro-ondes peut conduire à une dégradation partielle de certains nutriments sensibles à la chaleur en raison de la température élevée et de la rapidité du processus (Aya and Ilyas, 2022).

Tableau I : Les principales caractéristiques qui différencient le chauffage par micro-ondes du chauffage conventionnel (De Albuquerque , 2019).

Séchage par micro-onde	Séchage par étuve
Couplage électromagnétique et thermique	Convection
Chauffage volumique	Chauffage superficiel
Rapide	Lent
Sélectif	Non-sélectif

III. Généralités sur la peau

La peau, également connue sous le nom de tégument, du latin « tegumentum », qui signifie « couverture », est l'organe le plus étendu et le plus lourd du corps humain, couvrant environ 2 m² de surface et pesant environ 4 kg (Pujo et al. 2022). Son analyse est importante pour divers domaines tels que la dermatologie, la chirurgie et le cosmétique (Delalleau et al. 2007).

Sur le plan structural, la peau est représentée par trois tissus superposés : le tissu le plus externe (l'épiderme), le tissu intermédiaire (le derme) et le tissu le plus profond (l'hypoderme) (Schanne-Klein ,2017).

III.1. Épiderme

Est la couche externe de la peau, elle agit comme une barrière protectrice et maintient l'hydratation. Composés de plusieurs types de cellules (Figure 4) :

- **Les cellules de Langerhans** : capturent et présentent les substances étrangères pour activer le système immunitaire ;
- **Les mélanocytes** : responsables de la synthèse des mélanines qui déterminent la couleur de la peau ;
- **Les cellules de Merkel** : jouent un rôle important dans la sensation, permettant de détecter la pression et les vibrations ;
- **Les kératinocytes** : représentent environ 90% de la population épidermique jouent trois rôles : maintenir la cohésion de la peau, assurer sa fonction de barrière et protéger contre les rayonnements lumineux grâce aux mélanosomes (Prost-Squarcioni 2006), (Rorteau et al. 2020).

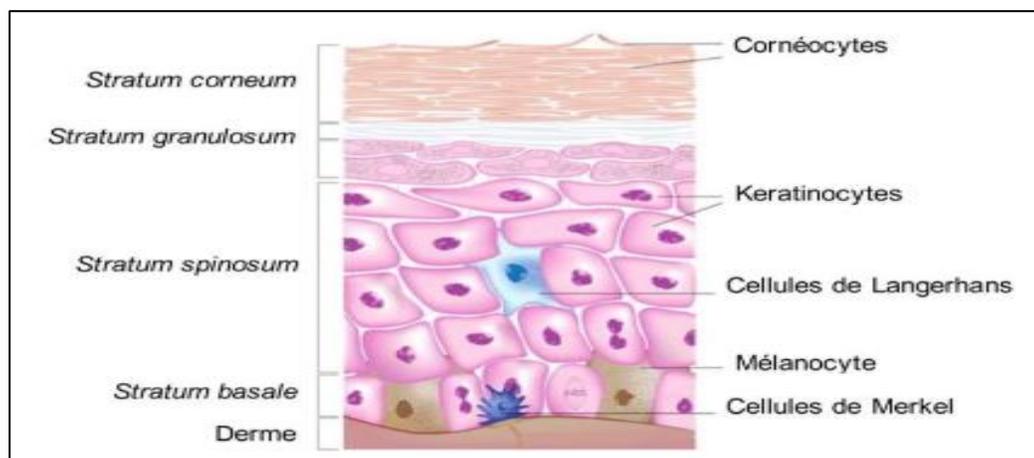


Figure 4 : Diversité et organisation Cellulaire de l'Épiderme (Twarog, 2017) .

III.1.1. Couches de l'épiderme

Il se renouvelle tous les 28 jours environ, il est séparé en plusieurs couches :

- **La couche basale (stratum germinativum)** : est la plus profonde, composée de cellules cubiques qui se reproduisent activement ;
- **La couche épineuse (stratum spinosum)** : est située au-dessus de la couche basale, constituée de plusieurs couches de cellules polygonales qui s'aplatissent progressivement vers les couches supérieures. Par la suite, on retrouve la couche granuleuse (stratum granulosum), composée de kératinocytes ;
- **La couche claire** : elle se trouve entre la couche granuleuse et la couche cornée, comme

un lien entre les deux.

- **La couche cornée, (stratum corneum) :** est la couche superficielle elle est composée de cellules mortes appelées cornéocytes, elles sont riches en kératine et forment une barrière de protection (Fortunel et al. 2008).

III.2. Derme

Il se situe juste en dessous de l'épiderme, contient des fibroblastes qui produisent des fibres comme le collagène et l'élastine ainsi que des vaisseaux sanguins et des nerfs (Tran, et al. 2007). Cette couche est importante, son rôle est de fixer l'eau, d'aider à réguler la température et de contenir des récepteurs capables de stimuler les sens (Kolarsick et al. 2011).

III.3. Hypoderme

Il représente le compartiment le plus profond et le plus épais de la peau (Burkhalter et al. 2009). Principalement composé de tissus conjonctifs lâches qui peuvent former des couches glissantes ou des poches de tissus adipeux, sa structure est sous forme d'un réseau de tissus fibreux disposés de manière géométrique (Wong et al. 2016). De plus de son rôle de protection, il stocke les graisses qui peuvent être utilisées comme source d'énergie (Laverdet et al. 2018).

III.4. Fonctions de la peau

La peau remplit plusieurs fonctions importantes :

- Fonction de barrière : protection contre les chocs, les pressions, grâce à ses défenses naturelles (la sueur et le sébum) (Tran et al. 2007) ;
- Fonction de contrôle thermique : régulation de la température corporelle ;
- Fonction de sensation : interprétation des sensations provenant de notre corps et de notre environnement grâce à la richesse de la peau en fibres sensibles (Cupa et al. 2006), (Abdo et al. 2020).

III.5. Types de peau

La surface de la peau est recouverte d'une couche de sébum et de sueur. Le sébum préserve la peau des pertes d'eau et des bactéries, tandis que la sueur maintient l'hydratation et

l'équilibre de la peau. La quantité et la qualité de cette couche influencent le type de peau (sèche, normale ou grasse) (Figure 5).



Figure 5 : Les trois types de peau (Saiwaeo et al. 2023).

- **La peau sèche :** est la peau qui manque d'hydratation et peut provoquer des problèmes comme l'eczéma, c'est pourquoi elle doit être hydratée régulièrement ;
- **La peau normale :** est une peau équilibrée et saine, qui manifeste rarement des problèmes ;
- **La peau grasse :** est la peau qui secrète le plus de sébum en provoquant l'acné et les points noirs, mais qui vieillit plus lentement et est mieux protégée contre les rides (Saiwaeo et al. 2023).

III.6. Mécanisme d'absorption cutanée (Contact peau -molécules)

L'absorption percutanée est le mécanisme par lequel une molécule traverse toutes les couches de la peau pour arriver aux parties profondes, que ce soit pour agir localement ou pour être absorbée dans le sang à travers le derme. Ce processus comprend deux phases : la traversée de la couche cornée, puis l'absorption dans les couches inférieures. Lors de cette absorption, les molécules peuvent suivre soit une voie transcellulaire directe à travers des cellules de l'épiderme, soit une voie intercellulaire entre les cellules. Certaines molécules plus volumineuses peuvent aussi traverser le canal folliculaire. Ce processus peut être influencé par différents éléments tels que l'état de la peau, les caractéristiques de la molécule et sa composition (Belbayane, 2015).

L'absorption à travers la peau peut varier selon plusieurs facteurs :

- **État de la peau :** Intégrité et âge de la peau (Venereol ,2005) ;
- **Caractéristiques de la molécule :** Forme, structure et propriétés chimiques ;
- **Type de formulation utilisé :** La formulation peut être ajustée pour favoriser ou réduire l'absorption cutanée selon l'objectif de beauté ou de traitement (Thiers et al. 2005).

III.7. Mécanismes de l'hydratation cutanée

La peau doit être hydratée en plusieurs étapes : l'eau est liée aux molécules volumineuses du derme, qui se déplacent ensuite vers les couches supérieures de l'épiderme par des canaux spéciaux connus sous le nom d'aquaporines. À cet endroit, elle sera captée par une substance d'acide hyaluronique qui pénètre à l'intérieur des cellules de la peau afin de les rendre souples (Masson, 2010).

IV. Produits cosmétiques

IV.1. Généralités

Le terme "cosmétique" vient du grec "kosmêtikos", qui est lié au mot "kosmos" signifiant la beauté (Kerbirio, 2018), il désigne tout produit qui peut être frotté, versé, saupoudré ou pulvérisé sur le corps humain ou toute partie du corps (Kumar et al. 2022). La cosmétique accompagne l'évolution du monde civilisé et son utilisation remonte à au moins 30 000 ans (Barros et al. 2020).

Selon la Communauté européenne les produits cosmétiques sont définis comme étant : « toute substance » ou préparation qui est destinée à être utilisée sur les différentes parties superficielles du corps humain, telles que l'épiderme, dans le but de les nettoyer, les parfumer, modifier leurs apparences, les protéger, les maintenir en bonne santé, ou de neutraliser les odeurs corporelles» (Rancurel, 2004).

IV.2. Types de produits cosmétiques

IV.2.1. Produit cosmétique bio

Est un produit qui contient suffisamment d'éléments d'origine naturelle et biologique (Figure 06) et qui préserve l'environnement (Kerbirio, 2018), comme l'huile d'olive, l'huile d'amande ou d'argan, le beurre de karité, les extraits de fruits, les huiles essentielles et les eaux florales (Barrère, 1954).

IV.2.2. Produit cosmétique naturel

Est un produit composé de substances naturelles telles que les éléments végétaux, animaux ou minéraux, ou le mélange de ces substances. Pour dire qu'un produit est naturel, il ne doit pas contenir d'ingrédients synthétiques, à l'exception des conservateurs et des parfums (Kerbirio, 2018).

IV.2.3. Produit cosmétique classique

Les produits de soin, conventionnels ou classiques sont généralement fabriqués à partir d'ingrédients synthétiques (Figure 6) et de procédés de fabrication industriels, produits à grande échelle avec des textures et des parfums attrayants (Kara et al. 2017).

IV.3. Produit cosmétique bio vs classique

La composition est importante pour différencier les deux types de produits cosmétiques. Les produits bio optent pour des ingrédients naturels, tandis que les produits classiques utilisent des composés synthétiques et chimiques (Figure 6).

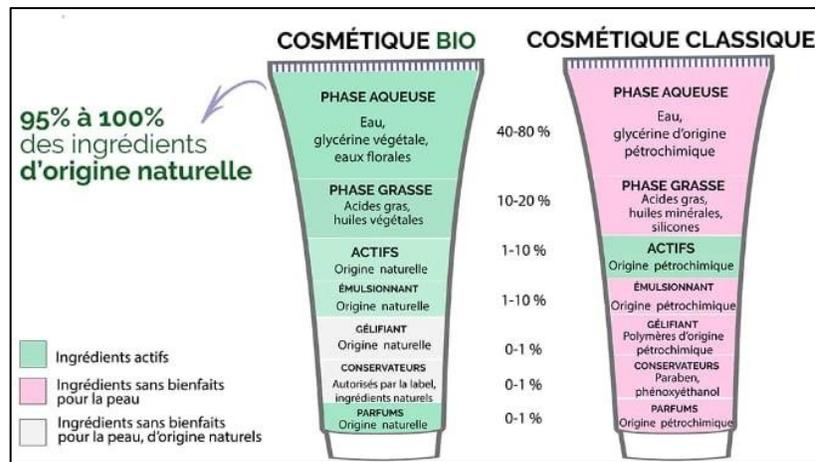


Figure 6 : Comparaison entre un produit cosmétique biologique et classique.

IV.4. Différents types des crèmes cosmétiques

Toutes les crèmes cosmétiques ont une base hydratante commune à laquelle on ajoute divers additifs en fonction de l'effet souhaité. On trouve des crèmes pour les mains, le visage, les yeux, les pieds, contre les rides, ainsi que des crèmes solaires et anticellulite (Charef et al. 2022).

IV.4.1. Crème hydratante

La crème pour l'hydratation est un produit de beauté qui renferme à la fois l'eau et les huiles. La peau est hydratée par l'eau, qui lui apporte de l'humidité, et les huiles sont une source de nutrition et de soin. Ces deux composants établissent une protection sur la peau qui empêche l'évaporation de l'eau et gardent ainsi son hydratation (Bekkouche, 2013).

IV.4.2. Rôle d'une crème hydratante

Les crèmes hydratantes jouent un rôle majeur, en assurant trois fonctions essentielles :

- Le maintien d'une hydratation optimale ;
- La réparation de la couche protectrice naturelle de la peau ;
- La préservation de l'apparence grâce aux huiles qu'elles contiennent (Mekid et al. 2021).

IV.5. Composition d'une crème

- **Phase huileuse**

La phase huileuse est également appelée phase grasse ou phase lipophile, elle comprend des huiles, des cires et des graisses provenant d'origines variées : végétales, animales ou minérales, et parfois même des substances synthétiques. Ces ingrédients peuvent être liquides, solides ou semi-solides selon la température (Doumeix, 2001).

- **Phase aqueuse**

La phase aqueuse ou phase hydrophile contient l'eau et divers composants hydrosolubles : Eau purifiée, eaux aromatiques, solutions alcooliques et glycérine (ouanoughi, 2015).

- **Emulsifiant**

L'agent émulsifiant est essentiel pour garder la stabilité d'une émulsion, par sa capacité à migrer rapidement à l'interface entre l'eau et l'huile (Taleb ahmed, 2021). Possédant d'une part une queue hydrophobe et d'autre part une tête hydrophile (Chikhoun, 2012) (Figure 7).

En cas d'absence agent émulsifiant, l'émulsion serait instable. Ces agents sont généralement des petites molécules amphiphiles, également appelées tensioactifs, surfactifs, surfactants ou agents de surface (Doumeix, 2001).

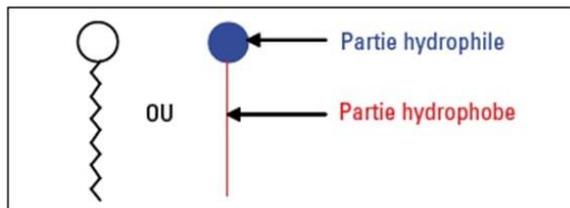


Figure 7 : Schéma d'un émulsifiant (Chikhoun, 2012).

IV.6. Emulsion

L'émulsion est un mélange d'une phase aqueuse avec une phase huileuse, ce qui signifie une association de deux liquides qui ne se combinent pas naturellement, lorsque ces liquides sont combinés, de petites gouttelettes de l'un sont dispersées dans l'autre, la phase dispersée qui est le liquide présent en petites gouttelettes, la phase continue est le liquide dans lequel les gouttelettes sont dispersées (Figure 8) (Doumeix, 2001).

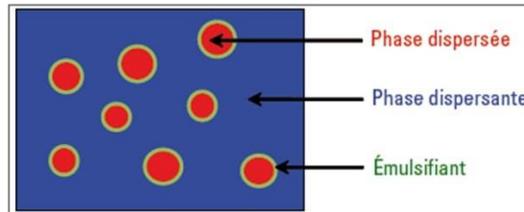


Figure 8: Schéma d'une émulsion avec un émulsifiant (Doumeix, 2001).

Il existe deux types principaux d'émulsions :

- **Émulsion "huile dans eau"**

Dans ce type d'émulsion, l'huile est la phase dispersée, ce qui signifie que de petites gouttelettes d'huile sont dispersées dans une solution aqueuse qui constitue la phase continue.

La crème dans ce cas, est très hydratante et nourrissante, elle pénètre facilement dans la peau et la laisse douce et souple. C'est parfait pour une utilisation quotidienne comme une crème de jour (Meddah et al. 2023).

- **Émulsion "eau dans huile"**

Dans ce type c'est l'eau qui est dispersée en petites gouttelettes dans l'huile qui constitue la phase continue. La crème dans ce cas, crée une barrière protectrice sur la peau, offrant une hydratation profonde et une protection supplémentaire, elle est idéale pour une utilisation de nuit, car elle est plus riche et plus nourrissante, en plus la peau se régénère et se répare pendant la nuit (Meddah et al. 2023).

Partie Expérimentale

Matériel et Méthodes

I. Matériel végétale

Pour l'élaboration de nos expériences, nous avons utilisé l'orange sanguine comme matériel végétal de base. Ce fruit est particulièrement prisé pour ses propriétés bénéfiques et ses applications variées dans le domaine cosmétique. L'orange sanguine utilisée dans notre étude a été sélectionnée à partir d'un marché local à Béjaïa.

- Les milieux de cultures et leurs compositions, les réactifs, et le matériel utilisé sont représentés dans l'Annexe I et II.

II. Composition de base des crèmes élaborées

Tableau (Annexe IV) détaille les ingrédients et offre une description de chaque composant utilisé dans la formulation de nos crèmes.

- **Préparation de la poudre d'orange**

Les oranges sanguines sont d'abord lavées à l'eau distillée, coupées en tranches de moins de 1 cm d'épaisseur et séchées en utilisant deux méthodes : par étuve à 60°C, et par micro-onde à 800 W (Adel, 2023). Ensuite, les tranches séchées sont broyées, tamisées à l'aide d'un tamis de 125 µm et conservées hermétiquement à l'abri de la lumière.

- **Préparation d'extraits phénoliques**

1,25 g de poudre d'orange ont été mélangé avec 25 ml du solvant d'extraction (éthanol à 96 %). Après 2 heures de macération à température ambiante avec un agitateur magnétique, le mélange a été filtré (Ladoh et al. 2014), le filtrat a été séché par étuve et conservé à 4°C (Extrait sec).

III. Formulation des crèmes élaborées

Le tableau II montre les crèmes élaborées avec différents additifs d'orange sanguine, ainsi qu'une formulation témoin sans additif.

Tableau II : Crèmes élaborées avec différents additifs d'orange sanguine.

Echantillon	A	B	C	D	F
Abréviation	P6	P8	E6	E8	S
Additif d'orange sanguine	Poudre d'orange (60°C)	Poudre d'orange (800w)	Extrait phénolique (60°C)	Extrait phénolique (800w)	Sans poudre ni extrait

Le tableau III décrit les différents ingrédients et leurs quantités, organisés selon les phases huileuse, aqueuse et les additifs utilisés pour élaborer nos produits.

Tableau III : Ingrédients et Mesures pour la recette de crème hydratante à l'orange sanguine.

Phase huileuse	Phase aqueuse	Additifs
Cire d'abeilles	Amidon	Poudre d'orange
Vaseline	Glycérine	Extrait phénolique
Huile de vaseline	Eau distillée	Conservateur
Huile d'amande	Jus d'orange	Vitamine E et C
Huile d'orange	Gomme	/

- **Préparation de la phase huileuse**

Les quantités mesurées ont été versées dans un bécher. Le mélange a été chauffé dans un bain Marie à 70°C.

- **Préparation de la phase aqueuse**

Les éléments de cette phase ont été mélangés dans un bécher, chauffé au bain Marie à 70 °C.

- **Fusion des deux phases avec l'ajout d'additifs**

Après un léger refroidissement, la phase huileuse a été dispersée dans la phase aqueuse en remuant vigoureusement avec un bras mixeur. Les additifs tels que la vitamine E et C, le conservateur, les poudres d'orange sanguine séchées (à 60°C et 800W) et leurs extraits phénoliques ont été ajoutés une fois que la préparation a refroidi en dessous de 40 °C (Tableau II). Les crèmes ont été conservées au frais dans des bocaux hermétiquement fermés pour des analyses ultérieures.

IV. Analyse des crèmes élaborées

IV.1. Contrôle de la qualité microbiologique

Les produits cosmétiques ne sont pas toujours tenus d'être stériles; Cependant, il est important de surveiller leur niveau de contamination (Vergeat et al. 2014). L'objectif était de vérifier si les crèmes préparées répondaient aux exigences microbiologiques spécifiques énoncées dans le JORA (2020), (Tableau IV).

Tableau III: Analyse Microbiologique des paramètres qualitatifs et quantitatifs ,selon le JORA (2020) les Normes ISO.

Type d'analyse	Paramètres Microbiologiques	Milieu de culture utilisé	Condition d'incubation	Normes
Quantitative	Microorganismes aérobies mésophiles totaux.	Gélose Nutritive	24-48h /37°C	(ISO-21149 2017).
	Levures et moisissures.	Sabouraud	2-5 j / 25°C	(ISO-16212 2017).
Qualitative	<i>Escherichia coli.</i>	VRBL	24-48h / 37°C	(ISO-21150 2015).
	<i>Pseudomonas aeruginosa.</i>	Cétrimide	24-48h / 37°C	(ISO-22717 2015).
	<i>Staphylococcus aureus.</i>	Chapman	24-48h / 37°C	(ISO-22718 2015).
	<i>Candida albicans.</i>	Sabouraud avec Chloramphénicol	2-5 j / 25°C	(ISO-18416 2015)

- **Préparation de la solution mère et des dilutions**

Dans le cadre de notre analyse microbiologique, nous avons commencé par préparer la solution mère. Pour ce faire, 5 g de crème hydratante ont été pesés et transférés dans un flacon stérile. Ensuite, 45 ml d'eau physiologique stérile (Annexe III) ont été ajoutés dans ce flacon, créant ainsi une dilution initiale de 10^{-1} . Le mélange a été soigneusement homogénéisé à l'aide d'un agitateur vortex. Pour préparer les dilutions décimales, 1 ml de solution mère a été ajouté à 9 ml d'eau physiologique stérile pour obtenir des dilutions de 10^{-2} et 10^{-3} , puis homogénéisé avec un vortex.

- **Ensemencement**

1 ml de chaque dilution a été prélevé et versé dans les boîtes de Petri préalablement numérotées. Chaque boîte a été ensuite complétée avec le milieu de culture spécifique (Tableau IV). Les géloses refroidies ont ensuite incubé. Afin de valider les résultats, un témoin sans

produit à analyser a été inclus dans chaque série d'incubation.

- **Lecture**

Après incubation, les boîtes de Pétri inoculées avec les différentes dilutions ont été examinées pour compter les colonies bactériennes.

Pour l'interprétation des spécifications , il faut se reporter au journal officiel de la république Algérienne n°16 (JORA 2020).

IV.2. Stabilité microbiologique

Les mêmes tests de contrôle microbiologique sont répétés après 14 jours pour vérifier l'absence de toute contamination microbienne au fil du temps.

IV.3. Contrôle des paramètres physico-chimiques

Les analyses physicochimiques des produits cosmétiques sont essentielles pour évaluer et détailler les propriétés physiques et chimiques des produits finis.

Une crème nommée « E » a été formulée comme témoin, sans l'ajout d'additifs ni de jus d'orange sanguine. Cette approche permet une comparaison claire et une meilleure compréhension des résultats obtenus.

IV.3.1. Mesure du pH

Le pH est mesuré à l'aide d'une électrode de verre, dont le potentiel varie en fonction de la concentration des ions hydrogènes. Ce potentiel est mesuré par rapport à une électrode de référence à l'aide d'un potentiomètre à haute impédance communément appelé pH-mètre.

Le pH des crèmes (A à F) a été mesuré avec un pH-mètre (HANNA edge Ph HI2002-02, Roumanie), les résultats ont été relevés après stabilisation d'une minute. Les mesures ont été répétées pour garantir leur précision (ISO-4316 1977).

IV.3.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable est la teneur en acides organiques et minéraux, déterminée par titrage potentiométrique à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N (Ndeye Bineta Camara 2022).

Une quantité d'échantillon 1g a été additionnée à 25 ml d'eau distillée, la solution obtenue

a été homogénéisée. Pour déterminer l'acidité de chaque échantillon, quelques gouttes de phénolphthaléine (Annexe III) ont été ajoutées à la solution préparée puis le titrage est effectué avec une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (0,1N) (Annexe III) jusqu'à l'apparition du virage de couleur vers le rose pale (Foughalia, Aliliche et al. 2020). 3 répétitions ont été effectuées.

Le calcul de l'acidité est déterminée par la formule suivante :

$$AC = \frac{V(\text{ml}) \times M \times N}{PE}$$

V : Volume de chute de burette en ml

PE : Masse de la prise d'essai

M : Masse molaire de NaOH 64g/Mol

N : Normalité à 0.1 N.

IV.3.3. Détermination de la densité

La densité d'un corps est le rapport entre la masse volumique du corps et la masse d'un volume égal d'une substance de référence, Le corps utilisé comme référence est l'eau pure à une température de 4 °C pour les liquides et les solides (Guerra et al. 2015).

La densité est une grandeur sans dimension, exprimée sans unité de mesure. La densité est mesurée selon la loi suivante :

$$\text{densité} = \frac{\text{masse volumique d'une crème}}{\text{masse volumique d'eau}}$$

IV.3.4. Mesure de la viscosité

Un viscosimètre (SNB-1 DIGITAL VISCOMETER) a été utilisé avec un Spindle cylindrique pour mesurer la viscosité des différentes formulations de crèmes (Chen et al. 2016). Les tests ont été réalisés à une température de 26°C, la broche a été tournée à une vitesse de 30 rpm.

IV.3.5. Mesure du degré Brix

Le degré Brix est mesuré à l'aide d'un réfractomètre (ATAGO PAL-1 V 718101, Japan), en appliquant une petite quantité de l'échantillon sur son prisme. Il correspond à la matière sèche soluble présente dans l'échantillon, qui est liée à la quantité de sucre (Roussos et al. 2011). La valeur du Brix a été lue directement sur l'écran de l'appareil.

IV.3.6. Stabilité à la centrifugation

Le test de stabilité des produits cosmétiques implique à observer visuellement les phases des échantillons de crème après centrifugés à 40000 tours/minute pendant 20 min. Pour le faire, environ 1,5g de chaque crème sont mis dans des eppendorf, puis soumis à une centrifugation.

Ce test est répété après 14 jours de sa préparation (Roland et al. 2003).

V. Evaluation de l'activité antibactérienne des crèmes

L'étude de l'effet antibactérien des crèmes élaborées est réalisée par la méthode des disques, testée contre 8 bactéries ,4 à Gram positif et 4 à Gram négatif.

- **Matériel biologique**
- Les bactéries à Gram positif

Enterococcus spp

Staphylococcus coagulase négative

Staphylococcus aureus

Bacillus

- Les bactéries à Gram négatif

Escherichia coli pus

Coccobacille

UBGN (Bactéries à Gram négatif)

Pseudomonas

- **Préparation de l'échantillon**

2g dans l'échantillon de chaque crème ont été prélevés et mélangés avec 6 ml du Diméthylesulfoxyde (DMSO), suivi d'une agitation vigoureuse.

- **Standardisation des souches**

L'efficacité des agents antimicrobiens dépend de la concentration de la suspension cellulaire de la souche cible utilisée. La taille de l'inoculum bactérien est un facteur important pour garantir

des résultats fiables (EUCAST 2014).

Un inoculum a été préparé dans de l'eau physiologique (Annexe III) à partir d'une culture fraîche de 18 heures, les souches bactériennes ont été standardisées en mesurant la densité optique à 625 nm, qui devrait être comprise entre 0,08 et 0,13, représentant environ $1 \text{ à } 2 \times 10^8$ UFC/ml, (0,5McFarland).

- **Méthode des disques**

Les boîtes contenant de la gélose Muller Hinton (MH) ont étéensemencées avec les différentes souches bactériennes par écouvillonnage en stries serrées. À l'aide d'une pince stérile, des disques déjà stérilisés ont été placés à la surface de la gélose.

20 µl de la suspension à analyser ont été prélevés à l'aide d'une micropipette et versés sur les disques préalablement déposés, en suite les boites sont incubées à 37 °C pendant 24 h.

Les résultats ont été évalués en mesurant les diamètres des zones d'inhibition autour des disques (Hwanhlem et al. 2011),(Dhraief et al. 2019).

VI. Evaluation sensorielle

Selon la norme (ISO-5492 1992), l'analyse sensorielle est définie comme l'étude des caractéristiques organoleptiques d'un produit par les organes sensoriels.

Les échantillons préparés ont été évalués par un jury expert composé de 12 femmes et un jury hédonique de 100 personnes (féminins 75% et masculins 25%) de l'Université Abderrahmane Mira- Béjaïa. Les échantillons ont été présentés dans de petites boîtes transparentes bien fermées, codées et disposées dans un ordre équilibré (Figure 9). En outre, un questionnaire a été remis pour évaluer les caractéristiques organoleptiques suivantes : odeur, couleur, aspect, texture, consistance et étalement (Annexe V).



Figure 9 : Les crèmes hydratantes soumises à une analyse sensorielle.

Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux panels, ont été traitées en utilisant le logiciel XLSTAT version 16.5.03 2017. Les principales fonctionnalités de ce

logiciel, utilisées pour interpréter les résultats comme suite : Plan d'expérience, Caractérisation de produits, Analyse en composante principale (ACP), Classification ascendante hiérarchique (CAH) et Préférence MAPPING (PREFMAP).

VII. Analyse statistique

Les données ont été obtenu à partir de trois essais, exprimées en sous forme moyenne \pm écart type, et comparées par des analyses de variance (ANOVA-Tukey test) avec un niveau de signification de 5 % ($p < 0.05$) en utilisant le logiciel JMP Pro 13. Les présentations des résultats ont été réalisées avec Microsoft Excel 2019.

Résultats et Discussion

I. Résultats des analyses des crèmes élaborées

I.1. Contrôle microbiologique

Les analyses microbiologiques des différentes crèmes élaborées montrent une absence totale de tous les micro-organismes recherchés, prouvant ainsi que tous les échantillons sont conformes aux normes de sécurité citées par JORA, (2020).

D'après nos résultats d'analyses des crèmes aucune flore aérobie mésophile, ni levure ou moisissure n'a été trouvée, ce qui signifie qu'il n'y a pas de microorganismes susceptibles d'altérer les crèmes ou de causer des infections. Les résultats ont aussi été négatifs pour d'autres germes recherchés tels que l'indicateur de contamination fécale *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* et *Pseudomonas aeruginosa* (Figure 10).

Tout cela montre que les crèmes sont microbiologiquement exemptes de contamination, garantissant ainsi leur qualité et leur innocuité pour la peau.



Figure 10 : Résultats de l'analyse microbiologique des crèmes hydratantes.

I.2. Stabilité microbiologique

Les résultats de l'analyse microbiologique des crèmes, après 14 jours de fabrication et de stockage, montrent qu'aucun germe ni moisissure n'a été détecté, confirmant ainsi la stabilité et la sécurité microbiologique observées précédemment, assurant une utilisation fiable pour les consommateurs.

Selon la norme ISO-17516 (2014), il n'est pas nécessaire que les produits cosmétiques soit stériles, à condition que les microorganismes présents ne posent aucun danger pour le consommateur ni n'affectent la qualité et la stabilité du produit. Par conséquent, des limites microbiologiques quantitatives sont établies.

I.3. Contrôle des paramètres physico-chimiques

Le tableau III représente l'analyse de la composition physicochimique des six types de crèmes.

Tableau V : Résultats d'analyses physicochimiques.

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Ph	4,13 ±0,007 ^c	4,09 ±0,007 ^d	4,18 ±0,007 ^b	4,17 ±0,007 ^b	5,73 ±0,007 ^a	3,90 ±0,007 ^c
Brix (%)	19,02 ±1,032 ^a	17,32 ±0,872 ^b	19,60 ±1,320 ^a	16,92 ±0,481 ^b	14,90 ±0,474 ^c	16,42 ±0,356 ^{bc}
Densité	0,97 ±0,012 ^a	0,95 ±0,011 ^a	0,94 ±0,012 ^a	0,95 ±0,012 ^a	0,94 ±0,008 ^a	0,97 ±0,011 ^a
Viscosité (Pa.s)	19.55 ±0,070 ^a	18.06 ±0,091 ^b	16.07 ±0,106 ^d	17.63 ±0,049 ^c	9.48 ±0,051 ^f	14.54 ±0,063 ^c
Acidité titrable	8,64 ±0,452 ^a	8,64 ±0,452 ^a	8,64 ±0,452 ^a	8,48 ±0,678 ^a	1,44 ±0,226 ^b	8,80 ±0,226 ^a

Les moyennes qui portent les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($P \geq 0,05$).

I.3.1 pH

Les valeurs du pH des crèmes élaborées, variant de 3,90 ±0,007 à 5,73±0,007, mais restantes dans des limites acceptables pour des produits destinés à l'application cutanée, situées dans la plage du pH idéal pour la peau se situe entre 4 et 6 (Sovová et al. 2023).

Les résultats du pH des échantillons présentent des différences statistiquement significatives, à l'exception des crèmes C et D (enrichies avec les extraits) qui ne présentent pas de différences significatives entre elles. La crème E, sans additifs d'orange présente le pH le plus élevé (5,73). Par contre, la crème F uniquement préparée avec du jus d'orange sanguine, présente le pH le plus acide (3,90) proches de celui de jus qui est de 3,50. Cette distinction est due à l'absence de substances acidifiantes dans la crème E.

Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Chen et al. (2016), qui ont déterminé un pH de leurs formulations dans la plage de 4.

I.3.2. Acidité titrable

Les valeurs de l'acidité titrable variant de 8,48 à 8,80 pour toutes les crèmes à base d'orange sanguine. Une absence de différences significatives est notée, ce qui est dû à la présence du jus d'orange sanguine comme ingrédient commun.

Cependant, la crème E qui ne contient pas du jus a enregistré la valeur la plus faible d'acidité titrable ($1,44 \pm 0,226$).

I.3.3. Densité

L'analyse statistique des densités mesurées ne montre aucune différence significative entre les crèmes testées ($P \geq 0,05$), ces valeurs se situent dans la plage de $0,94 \pm 0,008$ à $0,97 \pm 0,012$.

Les résultats de cette analyse indiquent une formulation légère mais hydratante, favorisant une absorption rapide. Malgré sa densité inférieure à celle de l'eau la crème intègre également des ingrédients plus denses comme la cire d'abeille, assurant une hydratation profonde et formant une barrière protectrice qui maintient la peau douce et nourrie après l'application.

Les valeurs que nous avons obtenues se situent dans une plage étroitement alignée avec celles rapportées par (Asma et al. 2023) .

I.3.4. Viscosité

Les crèmes préparées présentent des valeurs de viscosité statistiquement différentes qui varie de $9,48 \pm 0,051$ à $19,55 \pm 0,070$ Pa. s pour les crèmes préparées à base d'orange tandis que la crème E exempte de toute additifs à base d'orange présente la viscosité la plus faible ($9,48 \pm 0,051$ Pa).

Nos résultats sont similaire à ceux de (Maru and Lahoti 2018) , indiquent que les viscosités se situent dans un intervalle proche, généralement entre 1 200 et 3 500 cPa.s.

I.3.5. Brix

Le taux du Brix des crèmes A et C, sont significativement non différents ($P \geq 0,05$), ainsi que B et D. Tandis que F n'est significativement pas différentes avec (E, B et D). La teneur la plus importante est attribuée à la crème C (E60°C) avec une valeur de $19,60 \pm 1,320\%$, et la moins importante la crème E ($14,90 \pm 0,474\%$).

I.3.6. Stabilité à la centrifugation

Ceci est un élément essentiel pour évaluer la qualité d'une crème cosmétique. La stabilité de la crème après centrifugation est un indicateur d'une bonne émulsion des ingrédients, d'une dispersion efficace des phases et d'une formulation homogène.

Les six formulations de crèmes ont démontré une stabilité remarquable, elles ont maintenu leur homogénéité, leur couleur et leur texture initiales sans aucune modification significative. Ces résultats correspondent parfaitement à l'étude menée par (Casteli et al. 2008), qui a également observé l'absence de changements dans les caractéristiques de sa crème hydratante après un test similaire. De plus, l'absence de séparation de phase après centrifugation prouve l'efficacité de l'émulsifiant utilisé.

II. Activité antibactérienne des crèmes

L'observation de l'activité antibactérienne se manifeste sous la forme d'un halo d'inhibition autour du disque, les résultats de l'activité antibactérienne et les diamètres d'inhibition sont représentés dans le tableau VIII.

L'échelle d'évaluation de l'activité antimicrobienne, établie par Moreira et al. (2005) propose une classification des diamètres des zones d'inhibition (D) comme suit :

- Non sensible (-) : $D \leq 8$ mm
- Sensible (+) : $9 \leq D \leq 14$ mm
- Très sensible (++) : $15 \leq D \leq 19$ mm
- Extrêmement sensible (+++) : $D \geq 20$ mm

Tableau VI : Résultat de l'activité antibactérienne contre les souches testées.

Gram	Souches bactériennes	A		B		C		D		S	
		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
G+	<i>Enterococcus spp</i>	10	+	9	+	10	+	13	+	10	+
	<i>Staphylococcus coagulase négative</i>	11	+	11	+	9	+	14	+	12	+
	<i>Bacillus</i>	R	-	17	++	R	-	19	++	21	+++
	<i>Staphylococcus aureus</i>	12	+	15	++	R	-	12	+	12	+
G-	<i>E. coli pus</i>	17	++	15	++	13	+	11	+	17	++
	<i>Coccobacille</i>	R	-	16	++	R	-	12	+	10	+
	<i>UBGN</i>	R	-	10	+	10	-	R	+	12	+
	<i>Pseudomonas</i>	10	+	R	-	13	+	12	+	13	+

D : Diamètre S : Sensibilité

Résultats et discussion

Les résultats de cette analyse ont montré que nos échantillons exercent une activité antibactérienne significative contre les souches bactériennes Gram positif telles que *Enterococcus*, *Bacillus* et *Staphylococcus* (*Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus coagulase négative*), avec des diamètres des zones d'inhibition allant de 9 à 21 mm.

Selon l'échelle de sensibilité, ces résultats indiquent des bactéries sensibles (+), très sensibles (++) , et extrêmement sensibles (+++).

À l'inverse, les bactéries Gram négatif comme *Escherichia coli*, *Coccobacille*, *UBGN*, et *Pseudomonas* montrent des zones d'inhibition plus petites, variant entre 10 et 17 mm, ce qui les classe comme sensibles (+) et très sensibles (++) selon la même échelle.

La sensibilité élevée des bactéries Gram positif est due à la structure membranaire simple de ces microorganismes, qui ne possèdent pas de membrane externe. Cette absence de barrière externe permet une plus grande accessibilité des constituants actifs à la bicouche phospholipidique de la membrane cellulaire, facilitant ainsi une action plus directe et efficace sur les processus cellulaires et enzymatiques des bactéries Gram positif (Djenane et al., 2012).

En comparaison, les bactéries Gram négatif possèdent une paroi cellulaire complexe incluant une membrane externe supplémentaire, ce qui les rend généralement plus résistantes à de nombreux agents antibactériens (Athamena et al.2010).

Une sensibilité remarquable a été observée chez presque toutes les souches bactériennes testées contre l'échantillon A, préparé à base de poudre d'orange sanguine séchée en étuve (à 60°C). Le pouvoir inhibiteur a été détecté avec des zones d'inhibition moyennes variant entre 10 et 17 mm, ce qui les classe comme sensibles (+) et très sensibles (++) , à l'exception des *coccobacilles* et des *Bacillus*, qui ont montré une résistance.

Sur la base de ces résultats, l'échantillon B, préparé à base de poudre d'orange sanguine séchée au micro-ondes à 800 W, a montré une activité antibactérienne modérée contre toutes les souches testées, à l'exception des souches de *Pseudomonas*, qui ont montré une résistance accrue. Cette résistance de *Pseudomonas* est directement liée à la structure de sa membrane

externe, qui lui confère une protection efficace contre la majorité des agents biocides (Mann et al.2000).

L'échantillon C, enrichi en extrait phénolique (E6), présente des zones d'inhibition faibles, la plus large étant de 13 mm, ce qui classe ces bactéries comme sensibles (+). En revanche, l'échantillon D, enrichi en extrait phénolique (E8), présente une efficacité inhibitrice notable pour toutes les souches testées, avec des zones d'inhibition allant de 11 à 19 mm, la plus large zone étant observée contre *Bacillus*, ce qui les classe comme très sensibles (++).

La crème (S) de base sans additifs d'orange a montré un effet inhibiteur sur toutes les souches bactériennes testées, avec des zones d'inhibition variables. Cette activité pourrait être attribuée à la présence du jus intégré, qui a lui-même montré des zones d'inhibition de 12 à 13 mm lorsqu'il a été testé seul.

A la lumière de ces résultats on peut affirmer que la formulation D se distingue comme la meilleure par rapport aux autres formulations.

Microbiologiquement parlant, l'extrait E8 s'est révélé plus efficace que les autres additifs pour la plupart des bactéries testées. Cela indique que le séchage au micro-onde optimise les propriétés antimicrobiennes des extraits de poudre d'orange sanguine tout en préservant les composés bioactifs. Ce résultat est en cohérence avec les travaux de Adel (2023).

III. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est une méthode essentielle qui permet de mesurer les réponses humaines aux produits, déterminant ainsi leurs caractéristiques du profil sensoriel et leur acceptabilité (Watts et al. 1992). Dans cette étude, nous avons évalué les propriétés sensorielles de six crèmes hydratantes formulées avec les mêmes ingrédients de base, mais intégrant différents additifs dérivés de l'orange. Chaque crème a été notée sur une échelle de 1 à 9 pour évaluer l'intensité de chaque descripteur sensoriel (Annexe V).

- **Evaluation du plan d'expérience pour les jurys experts**

Les résultats sont présentés dans le tableau IV

Tableau VII : Evaluation du plan.

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Après avoir généré le plan d'expérience pour l'analyse sensorielle, nous constatons que les valeurs des critères A-Efficacité et D-Efficacité sont affichées. Cela indique qu'un plan optimal pour les résultats des membres du jury d'experts a été trouvé, validant ainsi les autres tests à réaliser avec XLSTAT-MX.

- **Pouvoir discriminant par descripteur**

Ce test permet de représenter les attributs sensoriels des produits testés par un des experts, classés par ordre de p-value du plus discriminant au moins discriminant, et les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous.

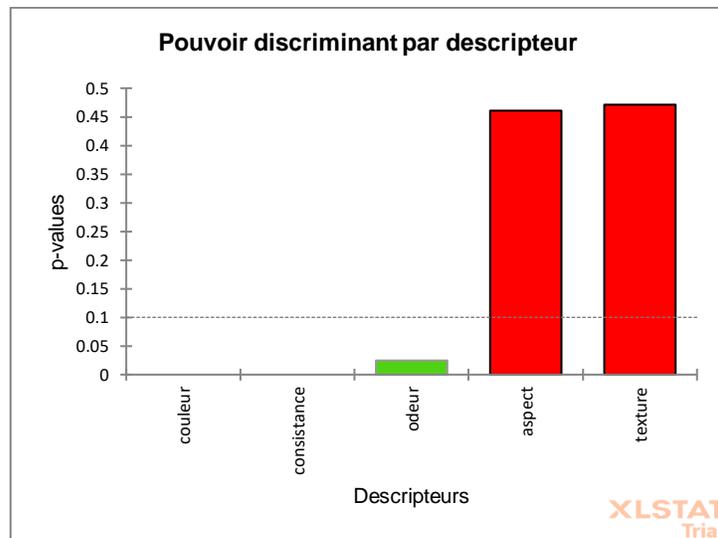


Figure 11 : Pouvoir discriminant par descripteur des produits préparés.

Cette figure présente les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les six produits préparés de la crème ;

- **Couleur et Consistance :** Les valeurs p pour la couleur et la consistance sont à 0, indiquant qu'elles ont un pouvoir discriminant dans cette analyse. Cela signifie que les variations de couleur et de consistance entre les différentes formulations de crème sont significatives et permettent de distinguer efficacement les différents produits.

- **Odeur** : La valeur p pour l'odeur est légèrement en dessous de 0,05, marquée en vert. Cela indique que l'odeur a un pouvoir discriminant modéré, proche du seuil de signification statistique ($p < 0,05$). Il est possible que l'odeur puisse être un facteur distinctif, mais cette différence n'est pas très prononcée.
- **Aspect et Texture** : Les valeurs p pour l'aspect et la texture sont bien au-dessus de 0,1, marquées en rouge. Cela montre que ces descripteurs n'ont pas de pouvoir discriminant significatif. En d'autres termes, les variations de l'aspect et de la texture entre les différentes formulations ne sont pas significatives et ne permettent pas de distinguer les produits de manière efficace.
- **Coefficient des modèles**

Pour chaque descripteur et chaque produit de ce test, les coefficients du modèle ont été sélectionnés. Les résultats des coefficients du modèle sont présentés dans les figures ci-dessous (A, B, C, D, E et F).

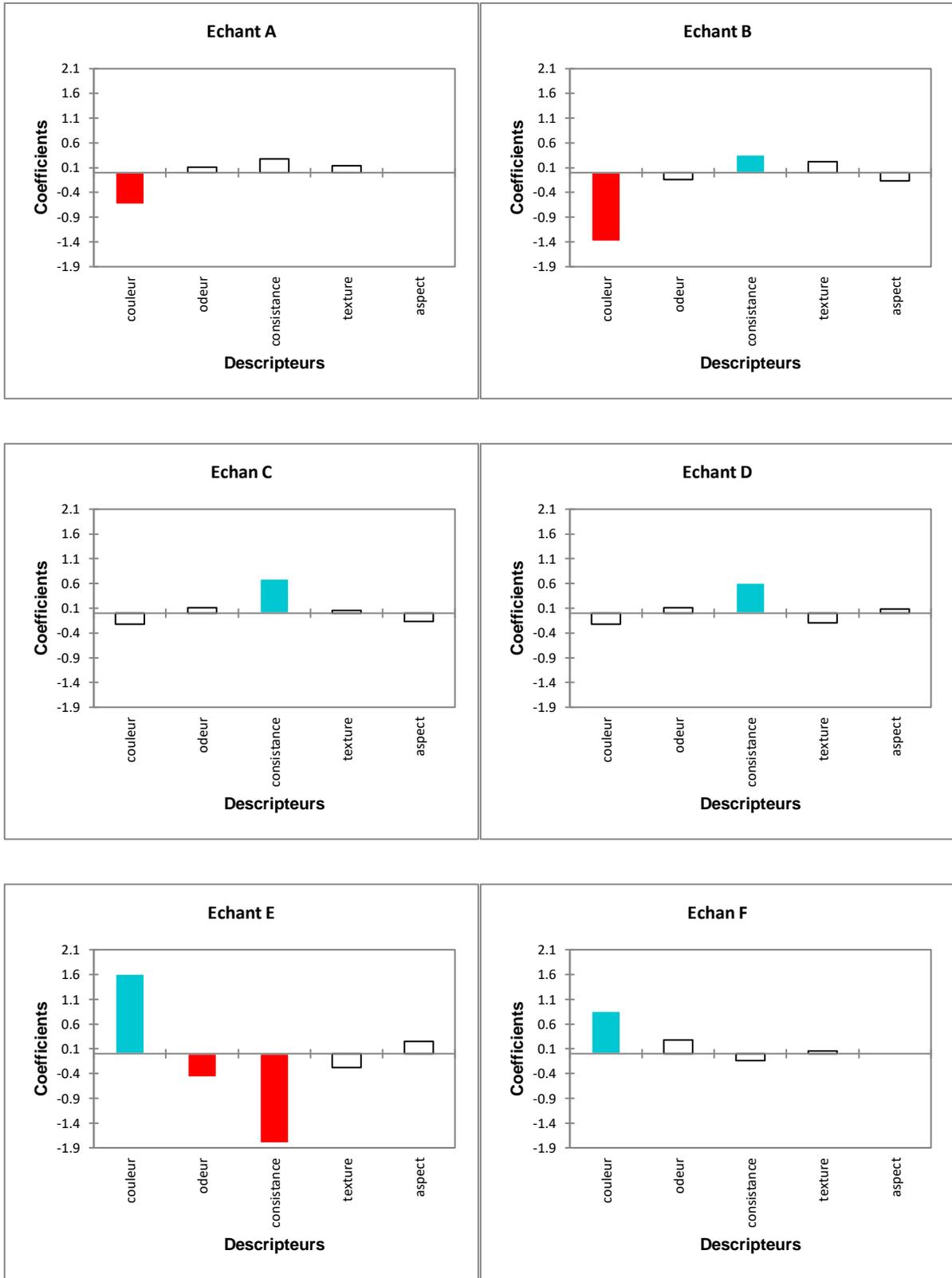


Figure 12 : Coefficients des modèles des échantillons codés A, B, C, D, E, et F.

Les représentations graphiques (Figure 19) permettent de visualiser l'appréciation ou la non-appréciation des descripteurs des crèmes testées par des experts. Les couleurs utilisées pour l'interprétation sont les suivantes :

- **Couleur bleue** : Les coefficients des caractéristiques sont significativement positifs, ce qui signifie que les attributs sensoriels ont été appréciés.
- **Couleur rouge** : Les coefficients des caractéristiques sont significativement négatifs, ce qui signifie que les caractéristiques n'ont pas été appréciées.
- **Couleur blanche** : Les coefficients des attributs sensoriels ne sont pas significatifs, ce qui signifie que les attributs sensoriels n'ont pas été appréciés.

A partir de résultats obtenus, la crème codée en B est caractérisée par sa "couleur" en couleur rouge dans le graphique, ce qui signifie qu'il n'a été pas apprécié par les jurys experts. Contrairement au descripteur "Consistance" qui est représenté en bleu ce qui signifie que ces descripteurs ont été appréciés par les experts. Le reste des descripteurs telles que "odeur, aspect, texture", sont en blanc, cela montre qu'ils n'ont pas été détectés par l'ensemble des experts.

La crème A également été jugée négativement pour sa couleur (rouge), avec les autres descripteurs non significatifs (blanc).

Les crèmes codées en C et D sont caractérisées par les attributs "couleur, odeur, aspect, texture", qui sont désignés en blanc, cela montre qu'ils n'ont pas été détectés par les experts. Contrairement au descripteur "Consistance" qui est représenté en bleu ce qui signifie que ces descripteurs ont été appréciés par les experts.

La crème F a été apprécié pour sa couleur (bleu), avec les autres descripteurs non significatifs (blanc). Enfin, la crème E a montré une appréciation pour sa couleur (bleu), mais une non-appréciation pour l'odeur et la consistance (rouge),

La crème E Appréciée pour sa couleur, mais non appréciée pour son odeur et sa consistance. Les autres descripteurs ne sont pas significatifs.

• **Analyse en composantes principales (ACP)**

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode de description multidimensionnelle qui fait partie des méthodes factorielles (Figure 20).

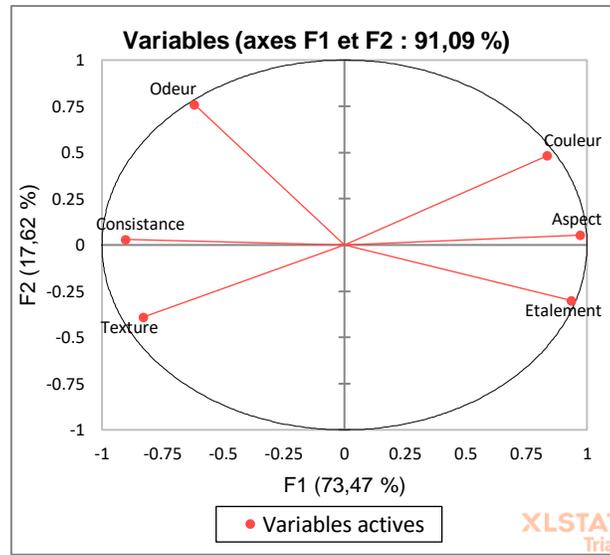


Figure13 : Analyse en composantes principales des produits préparés.

La carte obtenue présente une bonne qualité puisqu'elle permet de représenter 91,09 % de la variabilité totale. Indiquant une représentation efficace et fiable des données. Les produits ont été perçus comme assez différents par les experts. Tous les descripteurs (Odeur, Couleur, Aspect, Étalement, Consistance, Texture) sont bien représentés dans le cercle, ce qui indique une analyse complète et fiable.

- **Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

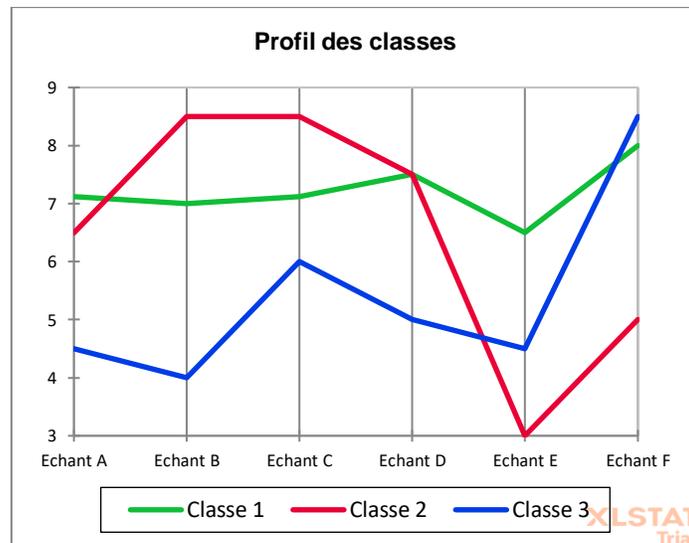


Figure 14 : Classification ascendante hiérarchique des échantillons.

Le graphique montre les variations des scores pour trois classes (Classe 1, Classe 2 et Classe 3) sur six échantillons (A à F) de la crème hydratante à base d'orange. La Classe 1 (ligne verte) présente des scores stables autour de 7 pour tous les échantillons, avec une légère augmentation pour l'échantillon F. La Classe 2 (ligne rouge) commence à 6,5 pour l'échantillon A, remonte à 8,5 pour l'échantillon B et C, redescend à 7,5 pour l'échantillon D et diminue fortement à 3 pour l'échantillon E, puis remonte légèrement à 5 pour l'échantillon F. La Classe 3 (ligne bleue) débute bas à 4,5 pour l'échantillon A, atteint un pic à 6 pour l'échantillon C, chute au voisinage de 4,5 pour les échantillons D et E, et augmente significativement à 8,5 pour l'échantillon F.

Les résultats indiquent des variations notables dans l'efficacité de la crème hydratante selon les échantillons. La stabilité des scores pour la Classe 1 suggère une performance constante de la crème pour cette catégorie, tandis que les variations importantes dans les Classes 2 et 3 révèlent des fluctuations de performance. Les diminutions drastiques des scores pour les échantillons D et E dans la Classe 2 et la Classe 3 pourraient indiquer des problèmes de formulation ou de qualité pour ces lots spécifiques. L'augmentation significative des scores pour l'échantillon F dans la Classe 3 suggère une amélioration possible de la formulation ou un lot de meilleure qualité.

- **Synthèse de MAPPING des préférences**

Les résultats sont représentés dans les tableaux ci-après

Tableau VIII : Pourcentage de satisfaction des juges par objet.

Objets classés par ordre croissant de préférence :

Classe1	Classe 2	Classe 3
Produit E	Produit E	Produit E
Produit C	Produit B	Produit C
Produit A	Produit F	Produit A
Produit D	Produit C	Produit D
Produit B	Produit A	Produit B
Produit F	Produit D	Produit F

Conclusion

Conclusion

Le règne végétal regorge plusieurs plantes qui constituent une source inépuisable de molécules bioactives, offrant ainsi un intérêt thérapeutique et cosmétique grâce à leurs principes actifs. À ce jour, la recherche scientifique explore encore de nouveaux agents naturels d'origine végétale ayant des propriétés biologiques essentielles pour la formulation de produits cosmétiques.

Dans le cadre de ce travail, l'objectif était de formuler une crème hydratante naturelle à base d'orange sanguine, enrichie d'ingrédients bio tels que les huiles végétales et la cire d'abeille. Plusieurs étapes ont été suivies, utilisant notamment une émulsion huile dans eau avec une gomme arabique comme émulsifiant.

La crème créée a enregistré de bons résultats en ce qui concerne l'analyse physico-chimique, en particulier, sa viscosité qui est dans la plage de 19.55 Pas.s, sa densité de 0.95 et son pH voisin de 4, ainsi qu'aucune séparation de phase n'a été constatée pendant la période d'étude.

Les analyses microbiologiques ont confirmé l'absence totale de germes dans la crème hydratante, assurant ainsi sa sécurité microbiologique et évitant tout risque d'infection ou d'irritation cutanée.

Les résultats des tests d'activité antibactérienne ont démontré une efficacité significative contre un large éventail de bactéries Gram positif comparativement aux bactéries Gram-négatives. Ces résultats renforcent la valeur du produit en tant que produit efficace pour maintenir la santé de la peau.

Les évaluations organoleptiques ont également révélé des résultats satisfaisants : une agréable odeur d'orange sanguine, une texture épaisse et légère, un toucher brillant, une sensation douce et non collante, ainsi qu'une absorption rapide par la peau.

Conclusion

Cette étude révèle que les oranges séchées au micro-onde à 800 W présentent une meilleure efficacité antibactérienne que celles séchées en étuve à 60°C. Cette observation est attribuée à la capacité des micro-ondes à chauffer rapidement et uniformément les fruits, ce qui réduit le temps de séchage tout en préservant mieux les nutriments et la qualité sensorielle. Cependant, les crèmes à base d'extraits phénoliques montrent des résultats encore meilleurs que celle à base des poudres séchées.

Pour améliorer notre produit cosmétique, nous prévoyons d'effectuer plusieurs analyses complémentaires afin d'approfondir notre compréhension et d'optimiser son efficacité :

- Optimiser la formulation de crèmes hydratantes en utilisant l'extrait d'orange sanguine séché au micro-onde à 800 W à l'aide de plans d'expériences.
- Pour améliorer la durée de conservation du produit, nous envisageons d'étudier l'efficacité de plusieurs conservateurs, bien que notre évaluation initiale ait été limitée à une période de 14 jours.
- Comparer notre produit avec d'autres formulations cosmétiques naturelles sur le marché pour évaluer ses performances et son positionnement.
- Créer une gamme étendue de cosmétiques naturelles à partir de *Citrus sinensis* et d'autres ingrédients naturels.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

A

- Abdo, Joseph. M., Sopko, Nikolai. A., & Milner, Stephen.(2020). The applied anatomy of human skin: A model for regeneration. 28:100179.
- Abouo, Verdier. N., Sadat, AW,AkmeI, Clément. D, Assidjo, Emmanuel. N., Amani, Georges .N. (2016). Impact of solar and microwave oven drying on a few chemical parameters of market value quality of fermented forastero (*Theobroma Cacao L.*). 12(4) :402-406.
- Adel, K. (2023). Effet de la technique du séchage sur la qualité de l'orange séchée. Université AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA.
- Alibas.(2007). Microwave, air and combined microwave–air-drying parameters of pumpkin slices. 40(8): 1445-1451.
- Asma, M., & Massilia, B. (2023). Essai de formulation d'une crème cosmétique à base de l'huile d'Oléastre et Propolis. Université A - Mira de Bejaïa.
- Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., & Khebri.(2010). Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum L.* 11(1):69-81.
- Aya., L. and O. Ilyas. (2022). Effet de séchage solaire et micro-onde sur l'évolution de la vitamine C dans le poivron vert., UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA .

B

- Barrère. (1954). Les agrumes dans le monde. 7(26):155-194.
- Barros, C., & Guilhen, R. B. (2020). Natural and organic cosmetics.
- Bekkouche, m. (2013). Evaluation d'une formulation d'une crème hydratante bio, étude comparative :(51).
- Belbayane, S. (2015). Cosmétique et vieillissement cutané.UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT.
- Berlinet, C. (2006). Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. ENSIA.
- Bonazzi, C.& Bimbenet, J. (2008).Séchage des produits alimentaires: Appareils et applications.

- Brahim Nour el houda et Dahmani, Hanane. (2018). Cinétique de séchage conventionnelle (étuve) des fines tranches d'orange sanguine Moro (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), et étude de l'activité antioxydante. UNIVERSITE AKLI MOHANDOULHADJ – BOUIRA.

C

- Casteli, V. C., Mendonça, C. C., de Campos, M. A. L., Ferrari, M., & Machado.(2008). Desenvolvimento e estudos de estabilidade preliminares de emulsões O/A contendo Cetoconazol. 30(2) :121-128.
- Charef, H., & Goubi, M. (2022). Préparation d'une crème mains hydratante et stérile. UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA.
- Chen, M. X., Alexander, K. S., & Baki, G. (2016). Formulation and evaluation of antibacterial creams and gels containing metal ions for topical application.
- Chikhoun, & Amirouche. (2012). Cours d'Huiles et Industrie Cosmétique. Université de Bejaia.
- Chutia, M., DekaBhuyan, P., Pathak, M.G., Sarma, T.C. et Boruah, P. (2009). Antifungal activity and chemical composition of Citrus reticulata Blanco essential oil against phytopathogens from North East India. LWT - Food Sci. Technol, 42 : 777–780.
- Clotteau, M. (2002). Production d'un jus d'orange par couplage traitement enzymatique et microfiltration tangentielle.
- Cupa, & Dominique. (2006). Une topologie de la sensualité : le Moi-peau. 29(1) :83-100.
- Curk, & Franck. (2014). Organisation du complexe d'espèce et décryptage des structures des génomes en mosaïque interspécifiques chez les agrumes cultivés. Université Montpellier.

D

- De Albuquerque, C. D. (2019). Etude des effets thermiques et non-thermiques au cours d'un procédé de pasteurisation d'une matrice alimentaire par micro-ondes: approches numérique et expérimentale.
- Delalleau, A., Josse, G. D, Lagarde, J.-M., Zahouani, H., & Bergheau, J.-M. (2007). Analyse in vivo du comportement mécanique de la peau.

- De Lépinay, J. (1896). Sur une nouvelle détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée, privée d'air à son maximum de densité. 5(1):477-488.
- Dhraief, S., Messadi, A., & Thabet, L. (2019). Profil bactériologique et résistance aux antibiotiques des bactéries isolées dans un service de réanimation des brûlés durant sept ans. 32(3) : 197.
- Djenane, D., Aïder, M., Yangüela, J., Idir, L., Gómez, D., & Roncalés, P. (2012). Effets antioxydants et antibactériens des huiles essentielles de Lavandula et de Mentha dans le boeuf haché inoculé avec E. coli O157 et S. aureus pendant le stockage à une température de réfrigération abusive. 92 (4) :667-674.
- Djerroud, D. (2010). Modélisation markovienne du séchage continu par contact avec agitation.
- Djihane, B. (2021). Essai de fabrication des produits cosmétiques naturel bio à base de Moringa oleifera, Université des Frères Mentouri Constantine.
- Dongre, P., Doifode, C., Choudhary, S., & Sharma, N. (2023). Botanical description, chemical composition, traditional uses and pharmacology of Citrus sinensis.
- Doumeix, O. (2001). Les émulsions.

E

Etebu, E., & Nwauzoma, A. (2014). A review on sweet orange (Citrus sinensis L Osbeck): health, diseases and management. 2(2) :33-70.

EUCAST. (2014). Détermination de la Sensibilité aux Antibiotiques Méthode de diffusion de l'EUCAST en gélose (Vol. Version 4.0).

F

- FAO. (2021). Citrus Fruit Statistical Compendium .
- Favela-Hernández, J. M. J., González-Santiago, O., Ramírez-Cabrera, M. A., Esquivel-Ferriño, P. C., & Camacho-Corona, M. d. R. J. M. (2016). Chemistry and Pharmacology of Citrus sinensis. 21(2):247.
- Fortin, S. (2012). Cosmétiques non toxiques.
- Fortunel, N. O., & Martin, M. T. (2008). Cellules souches de l'épiderme interfolliculaire humain: phénotypes et potentialités. 202(1) : 55-65.
- Foughalia, A., Aliliche, M., Boulabina, A., & Akkouche, Z. (2020). Arbojus, une

boisson médicinale à base du gel d'Aloearborescens Miller et du miel., 14(1) : 26-36.

G

- Guerri, M., Cammarano, F., & Connolly, J. Geophysics, Geosystems. (2015). Effects of chemical composition, water and temperature on physical properties of continental crust.16(7):2431-2449.
- Guo, Q., Sun, D.-W., Cheng, J.-H., & Han, Z. (2017). Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. 67 :236-247.
- Goubi, Meroua et Charef, Hana. (2022). Préparation d'une crème mains hydratante et stérile. UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA.

H

- Haderbache, L. (2004). La cire d'abeilles contrôle de qualité et détection des fraudes.
- Heistercamp, M., Maes, R., Mehaudens, L., & Robert, S. (2002). Les Micro-ondes.
- Hwanhlem, N., Buradaleng, S., Wattanachant, S., Benjakul, S., Tani, A., & Maneerat, S. (2011). Isolation and screening of lactic acid bacteria from Thai traditional fermented fish (Plasom) and production of Plasom from selected strains. 22:401-407.

I

- ISO-4316. (1977). Agents de surface -Détermination du pH des solutions aqueuses- Méthode potentiométrique : 4316.
- ISO-5492. (1992). Analyse sensorielle :5492.
- ISO-16212. (2017). Dénombrement des *levures et desMoisissures* : 16212.
- ISO-17516. (2014). Limites microbiologiques : 17516.
- ISO-18416. (2015). Détection de *Candida albicans* :18416.
- ISO-21149. (2017). Dénombrement et détection *des bactéries aérobies mésophiles* : 21149.
- ISO-21150. (2015). Détection d'*Escherichia coli* :21150.
- ISO-22717. (2015). Détection de *Pseudomonas aeruginosa* :22717.
- ISO-22718. (2015). Détection de *Staphylococcus aureus* : 22718.

J

- JORA. (2020). Arrêté interministériel du 21 Safar 1441 correspondant au 21 octobre 2019 portant règlement technique fixant les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle.

K

- Kara, A., & Beddek, M. (2017). Mise au point d'un système dispersé stable à usage cosmétique.
- Kerbirio, L. (2018). L'avenir des cosmétiques certifiés bio en France.
- Kolarsick, AJ, P., Ann, M., & Goodwin, C. (2011). Anatomy and physiology of the skin.: 203-213.
- Kumar, A., Divyansh, N. A., Shukla, R., & Singh, G. (2022). Formulation and Evaluation of Herbal Moisturizing Cream. 25(1):9-16.

L

- Ladoh, Y., Dibong, S., Nyegue, M., Djembissi, T., Lenta, N., Mpondo, M., Wansi, B. (2014). Activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Phragmanthera capitata* (Loranthaceae) récoltée sur *Citrus sinensis*. 84: 7636-7643.
- Lagha-Benamrouche, S, Addar, L., Boudershem, H., Saïda, T., & Madani, K.(2018). Caractérisation chimiques des écorces d'oranges, identification par GC-MS et évaluation du pouvoir antioxydant de leurs huiles essentielles. 10(01) :112-115.
- Laverdet, B., Girard, D., & Desmoulière, A. (2018). Physiologie de la peau, réparation cutanée et réaction stromale. 57(581): 20-23.

M

- Maru, A. D., & Lahoti, S. R. (2018). Formulation and evaluation of moisturizing cream containing sunflower wax. 10(11):54-59.
- Masson, F. (2010). Acide hyaluronique et hydratation cutanée. Paper presented at the Annales de Dermatologie et de Vénérologie.
- Maziane, A. (2011). Cosmétique et cosméceutiques.
- Meddah, I., & Chekkal, W. (2023). Synthèse de l'acide sulfanilique et étude de son activité antibactérienne après formulation. Université Ibn Khaldoun.

- Mekid, R., & Ghanes, I. (2021). Formulation et caractérisation d'un produit cosmétique à base d'un extrait des cladodes d'opuntia ficus indica de la région de tissemsilt.
- Mélissopoulos, A., & Levacher, C. (2012). La peau: structure et physiologie.
- Moreira, M., Ponce, A., Del Valle, C., & Roura, S.(2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. 38(5):565-570.

N

- Ndeye Bineta Camara, M. F., Djibril Diedhiou, Malick Mbengue, Oumar Sock, Luc Rigal. (2022). Physico-chemical and biochemical characterization of the pulp and oil of three oilseeds of Senegal: *Annona muricata*, *Terminalia catappa* and *Neocarya macrophylla*.
- Nguyen, T. H. (2015). Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux. Université de Bretagne Sud.
- Novelli, V. M., Cristofani, M., Souza, A. A., & Machado, M. A. (2006). Development and characterization of polymorphic microsatellite markers for the sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). 29 : 90-96.

O

- Ouanoughi, D. (2015). Extraction d'huile essentielle application à la formulation d'une crème BIO anti-âge. UNIVERSITÉ de BLIDA .

P

- Prost-Squarcioni, C. (2006). Histologie de la peau et des follicules pileux. 22(2) :131-137.
- Pujo, & Chloé. (2022). Les dermatoses les plus rencontrées à l'officine.

R

- Rancurel, A. Corps gras, Lipides. (2004). Huiles, corps gras et produits cosmétiques. 11(6) : 398-400.
- Roberte. (1985). Les arbres à fruits secs.
- Roland, I., Piel, G., Delattre, L., & Evrard, B. (2003). Systematic characterization of oil-in-water emulsions for formulation design. 263(1-2) :85-94.
- Rorteau, J., Chevalier, F. P., Fromy, B., & Lamartine, J. (2020). Vieillesse et

intégrité de la peau. 36 : 1155-1162.

- Roussos, P. A. (2016). Orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). 469-496.
- Roussos, P. A., Sefferou, V., Denaxa, N.-K., Tsantili, E., & Stathis, V. (2011). Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. 129(3):472-478.

S

- Saiwaeo, S., Arwatchananukul, S., Mungmai, L., Preedalikit, W., & Aunsri, N. (2023). Human skin type classification using image processing and deep learning approaches.
- Sadek, Souad. (2015). Elaboration de nouveau système à base de polymère naturel pour la libération de l'aspirine : cas de l'amidon. Université Ibn Khaldoun Tiaret.
- Schanne-Klein, M.-C.(2017). L'imagerie multiphoton des peaux naturelles et synthétiques. Un nouvel outil pour l'évaluation des produits cosmétiques. (88) :21-24.
- Shravan, R., Shere, D., & Joshi, M. (2018). Study of physico-chemical characteristics of sweet orange (*Citrus sinensis*) fruit. 7(6) :1687-1689.
- Smith, R. G. (2020). Formes, Doses et Effets des Vitamines C et E.
- Sovová, S., LACA MEGYESI, Š., Mudroňová, D., Mudroň, P., Harvanová, J., Rendošová, M. Vargová, Z. (2023). Antibacterial activity, quality and stability study of creams with new potential silver (I) complexes and in vivo case report. 73(2) :311-323.

T

- Taleb, A.,S. (2021). Etude Théorique sur les méthodes de dessalage du pétrole.
- Thiers, S., & Tasseau, O. (2005). Les cosméceutiques: cosmétiques ou médicaments. 3 :47-56.
- Tran, Hung-, & Viet. (2007). Caractérisation des propriétés mécaniques de la peau humaine in vivo via l'IRM. Université de Technologie de Compiègne.
- Twarog,C. (2017). Particules Janus pour des applications industrielles: stabilités et incorporation de principes actifs.

V

- Venereol, A. D. (2005). Barrière cutanée-Absorption percutanée. (132).
- Vergeat, B. E., & Berger, T. (2014). Droit médical, victimologie, dommage corporel.

W

- Watts, B. M., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos: CIID, Ottawa, ON, CA.
- Wong, R., Geyer, S., Weninger, W., Guimberteau, J. C., & Wong, J. (2016). The dynamic anatomy and patterning of skin. 25(2): 92-98.

X

- Xu, Q., L.-L. Chen, X. Ruan, D. Chen, A. Zhu, C. Chen, D. Bertrand, W.-B. Jiao, B.-Hai Hao et al.(2013).The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*).45(1): 59-66.

Annexes

Annexe I

Tableau : Liste de matériel utilisé.

Matériel	
Pour la préparation de la crème	Pour la réalisation des analyses
Becher, spatules, Erlenmeyer, boîtes en verre, pissette, balance, aluminium, casserole.	Erlenmeyer, balance, micropipette, boîtes de Petri, tube d'essai avec support, pissette, bec Bunsen, anse de platine, barreau magnétique, burette, écouvillon, fiole, entonnoir, disques, pince, éprouvette, eppendorf, cuvette de laboratoire.

Annexe II

Tableau : Appareillage utilisés.

<p style="text-align: center;">Etuve levures et moisissures (BINDER)</p>	<p style="text-align: center;">Brix (ATAGO PAL-1)</p>	<p style="text-align: center;">Incubateur de bactéries (Mettler)</p>	<p style="text-align: center;">pH-mètre (HANNA)</p>
			
<p style="text-align: center;">Thermomètre numérique (WT-1)</p>	<p style="text-align: center;">Bec bunsen (OMM)</p>	<p style="text-align: center;">Hachoir (Moulinex)</p>	<p style="text-align: center;">Bain marie (Mettler)</p>
			
<p style="text-align: center;">Réfrigérateur (SAMSUNG)</p>	<p style="text-align: center;">Spectromètre (SHIMADZU)</p>	<p style="text-align: center;">Centrifugeuse (MIKRO 120°)</p>	<p style="text-align: center;">Plaque chauffante agitatrice (VELP)</p>
			
<p style="text-align: center;">Microonde</p>	<p style="text-align: center;">Broyeur (multismart)</p>	<p style="text-align: center;">Vortex (I Swix)</p>	<p style="text-align: center;">Viscosimètre</p>
			
<p style="text-align: center;">Bras mixeur</p>	<p style="text-align: center;">Autoclave (NUVE)</p>	<p style="text-align: center;">Balance (RADWAG)</p>	<p style="text-align: center;">Burette de titrage</p>
			

Annexe III

Composition des milieux de culture utilisés

Gélose de Cétrimide

- Hydrolysate pancréatique de gélatine20,0 g
- Chlorure de magnésium1,4 g
- Sulfate de potassium..... 10,0 g
- Cétrimide (bromure de cétyltriméthylammonium)0,3 g
- Agar..... 13,6 g
- Glycérol10,0 ml
- pH..... 7,2 ± 0,2

Gélose de Chapman

- Peptone.....10g
- Extrait de viande de bœuf.....1g
- Chlorure de sodium.....75g
- Mannitol.....10g
- Rouge de phénol0,025g
- Agar15g
- Eau distillée.....1000 ml
- pH.....7,4

Gélose Nutritive

- Extrait de viande 1,0 g
- Extrait de levure2,5 g
- Peptone5,0 g
- Chlorure de sodium5,0 g
- Agar-agar15,0 g
- Eau distillée.....1000 ml
- pH7,0

Gélose VRBL

Pour 1 litre du milieu

- Peptone.....7.0g
- Extrait de levure3.0 g
- Lactose10 g
- Chlorure de sodium..... 5.0 g
- Mélange sel biliaire1,5 g
- Cristal violet0,002 g

- Rouge neutre0,03 g
- Agar-agar..... 15 g
- Eau distillée.....1000 ml
- pH.....7,4

Gélose Sabouraud

- Dextrose40,0 g
- Hydrolysât pepsique de tissus animaux..... 5,0 g
- Hydrolysât pancréatique de caséine..... 5,0 g
- Gélose 15,0 g
- pH5,6 ± 0,2

Gélose Sabouraud avec Chloramphénicol

- Dextrose..... 40,0 g
- Hydrolysât peptique de tissus animaux..... 5,0 g
- Hydrolysât pancréatique de caséine..... 5,0 g
- Chloramphénicol0,050 g
- Agar15,0 g
- pH 5,6 ± 0,2

Gélose Muller Hinton

Pour 1 litre du milieu

- Infusion de viande de bœuf300,0 ml
- Peptone de caséine17,5 g
- Amidon de maïs1,5 g
- Agar17,0 g
- pH.....7,4

Préparation des solutions

Préparation de l'eau physiologique

NaCl 9 g

pH 5,5 à 7

Préparation du NaOH à 0,1N

Pour 100 ml

NaOH.....0.4 g

Préparation de la phénolphtaléine

20ml d'éthanol (95%) +80 ml d'eau distillée.....0.1 g

Annexe IV

Tableau : Ingrédients et descriptions pour la formulation des crèmes hydratantes.

Ingrédient	Description	Photo
Composition de la phase huileuse		
Cire d'abeilles	Produite par les glandes des abeilles, elle contient des acides gras, des vitamines et des minéraux. Sa couleur varie du jaune au brunâtre, avec une odeur mielleuse, et un point de fusion entre 62°C et 66°C. Crée un film protecteur sur la peau, retient l'humidité, épaissit les cosmétiques, et offre des avantages pour la peau (Haderbache, 2004).	
Vaseline	La vaseline est blanche, crémeuse et visqueuse. Non absorbée par la peau ou les muqueuses, idéale pour les applications en surface. Stable, fond entre 38 et 42 °C, avec une densité de 0,830 à 0,900(Goubi, et al., 2022).	
Huile de vaseline	L'huile de vaseline est incolore, inodore et sans saveur, utilisée dans environ 80 % des produits, elle se mélange facilement avec d'autres substances, assurant la stabilité des produits. Reste à la surface de la peau après application, empêchant l'évaporation de l'eau et agissant comme un hydratant efficace (Maziane ,2011).	
Huile d'orange	Extraite des écorces d'orange par pressage à froid, utilisée dans les crèmes cosmétiques pour apporter de l'hydratation. Contribue à une texture lisse et une application douce des crèmes, tout en offrant un léger arôme d'orange.	
Huile d'amande	L'huile d'amande est un liquide jaune clair avec une légère odeur. Riche en acides gras, phytostérols, vitamines E, B2, et B3, ainsi qu'en zinc. Fournit énergie et oxygène aux cellules, et agit comme un anti-inflammatoire, bénéfique pour la peau (Roberte ,1985).	
Composition de la phase aqueuse		
Eau distillée	Un solvant exempt d'impuretés et de micro-organismes. Permet de transporter les substances actives vers les cellules de la peau. Son utilisation simplifie l'application des produits de soin et leur distribution uniforme sur la peau (De Lépinay, 1896).	
Jus d'orange sanguine	Obtenu par le pressage du fruit frais de <i>Citrus sinensis (L.) Osbeck</i> . Utilisé dans les crèmes cosmétiques en raison de sa haute teneur en vitamine C et en anthocyanes, bénéfique pour la peau. Son parfum ajoute une agréable sensation sensorielle aux produits cosmétiques (Clotteau ,2002).	

Amidon	Présent dans diverses parties des plantes, est insoluble dans l'eau. Utilisé en cosmétique, il maintient la stabilité des produits, épaissit les crèmes vers 70°C et gélifie à 50°C pour leur donner une texture crémeuse et faciliter leur application (Sadek,2015).	
Gomme arabique	Issue de l'exsudat de sève solidifié d'une variété d'acacias, récoltée principalement en Afrique saharienne. Largement utilisée dans des industries : agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique pour ses propriétés physicochimiques (Nesrine et al., 2021).	
Glycérine (végétale)	Liquide transparent, visqueux et incolore, sans odeur et non toxique, utilisé dans les produits cosmétiques en tant qu'agent humectant puisqu'elle attire l'eau et garde la peau bien hydratée, elle est utilisée à des concentrations ne dépassant pas les 10 % (Fortin ,2012).	
Additifs		
Conservateur		
Vitamine E	Membre des tocophérols, est liposoluble et se mélange facilement avec les huiles. Extraite des huiles végétales par distillation, elle est fréquemment utilisée dans les produits cosmétiques en raison de ses propriétés antioxydantes (Fortin ,2012).	
Vitamine C (Acide ascorbique)	Une vitamine hydrosoluble utilisée pour renforcer l'action des antioxydants, hydrate la peau, favorise la production du collagène et prévenant l'apparition des rides et le relâchement cutané (Smith, 2020).	
Poudre d'orange sanguine	Produit obtenu par séchage et broyage des tranches d'orange sanguine (figure09), utilisée dans notre préparation de crème hydratante pour bénéficier de ses propriétés (arômes, saveurs et nutriments) et lui offrir une texture sensorielle agréable (Brahimi et al., 2018).	
Extrait phénolique	L'extrait phénolique d'orange est une solution issue de composés phénoliques extraits d'orange qui sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (Brahimi et al., 2018).	

Sexe :

Age :

Date :

Six échantillons de crème hydratante, identifiés par les codes A, B, C, D, E et F vous sont présentés.

Pour chaque échantillon, il vous est demandé d'attribuer une note pour différentes caractéristiques, en utilisant l'échelle de notation suivante :

Couleur :

1. Très foncé
2. Foncé
3. Moyenne
4. Claire
5. Très claire

A	B	C	D	E	F

Odeur :

1. Très désagréable
2. Désagréable
3. Ni agréable ni désagréable
4. Agréable
5. Très agréable

A	B	C	D	E	F

Consistance :

1. Très liquide
2. Liquide
3. Crémeuse
4. Epaisse
5. Très épaisse

A	B	C	D	E	F

Texture :

1. Extrêmement sèche
2. Matte/ sèche
3. Grasse
4. Légèrement grasse
5. Extrêmement grasse

A	B	C	D	E	F

Aspect :

1. Homogène
2. Très hétérogène (particules)
3. Légèrement hétérogène
4. Très homogène

A	B	C	D	E	F

Etallement/ Absorption :

1. Très difficile
2. Difficile
3. Lent
4. Rapide
5. Très rapide

A	B	C	D	E	F

Identification des Odeurs :

Quelle(s) odeur(s) avez-vous détecté(es) lors de cette analyse sensorielle ?

Appréciation globale :

Attribuez une note allant de 1 à 9 pour chaque échantillon, selon votre préférence, sachant que le 1 correspond à l'échantillon le moins préféré, et le 9 au plus préféré.

A	B	C	D	E	F

Résumé :

Les agrumes ont été largement utilisés dans de nombreux secteurs industriels, en particulier dans les secteurs thérapeutique et cosmétique, en raison de leur concentration en composés actifs et de leurs propriétés biologiques. Cette étude vise principalement à introduire le *Citrus sinensis L. osbeck* (poudre et extrait) ainsi que divers produits naturels tels que la cire d'abeille et les huiles végétales, afin de les incorporer dans la création de cosmétiques bio, en particulier dans les crèmes hydratantes. L'objectif principal est d'intégrer des molécules bioactives présentes dans ce fruit pour maximiser leurs bénéfices antioxydants, anti-inflammatoires et hydratants tout en garantissant la stabilité des formulations et la sécurité cutanée des consommateurs. Dans cette perspective d'optimisation, nous avons exploré diverses combinaisons d'ingrédients et de procédés de fabrication pour obtenir la crème finale optimale. Par la suite, ces produits ont été évalués en fonction de leurs propriétés microbiologiques, physico-chimiques, et organoleptiques, ainsi que sur leur activité antibactérienne. Les résultats de cette évaluation ont révélé des analyses physico-chimiques satisfaisantes, avec des valeurs de pH, de densité et de viscosité conformes aux standards requis. De plus, les contrôles microbiologiques sont conformes aux normes, les tests d'activité antibactérienne ont validé l'action de notre produit contre une large gamme de bactéries et l'évaluation sensorielle a été appréciée par la majorité du jury d'experts. Les résultats ont montré une grande efficacité de l'extrait par rapport à la poudre, et du séchage par micro-ondes par rapport au convectif.

Mots clés : crème hydratante, *Citrus sinensis L. osbeck*, microonde, activité antibactérienne, organoleptiques.

Abstract:

Citrus fruits have been widely used across various industries, particularly in therapeutic and cosmetic sectors, due to their high concentration of active compounds and biological properties. This study primarily aims to introduce *Citrus sinensis L. osbeck* (powder and extract), along with natural products such as beeswax and vegetable oils, into the creation of organic cosmetics, specifically moisturizing creams. The main objective is to incorporate bioactive molecules present in this fruit to maximize their antioxidant, anti-inflammatory, and hydrating benefits while ensuring formulation stability and skin safety for consumers. In this optimization perspective, we explored various ingredient combinations and manufacturing processes to achieve the optimal final cream. Subsequently, these products were evaluated based on their microbiological, physico-chemical, and organoleptic properties, as well as their antibacterial activity. The results of this evaluation revealed satisfactory physico-chemical analyses, with pH, density, and viscosity values meeting the required standards. Additionally, microbiological controls are compliant with standards, antibacterial activity tests validated the action of our product against a wide range of bacteria, and the sensory evaluation was appreciated by the majority of the expert panel. The results showed greater efficacy of the extract compared to the powder, and of microwave drying compared to convective drying.

Keywords: moisturizing cream, *Citrus sinensis L. Osbeck*, microwave, antibacterial activity, organoleptic properties.

ملخص:

لقد تم استخدام الفواكه الحمضية على نطاق واسع في العديد من الصناعات، وخاصة في القطاعات العلاجية والتجميلية، بسبب تركيزها العالي من المركبات النشطة وخصائصها البيولوجية. تهدف هذه الدراسة بشكل أساسي إلى إدخال *Citrus sinensis L. osbeck* (بودرة ومستخلص)، بالإضافة إلى منتجات طبيعية مثل شمع النحل والزيوت النباتية، في صناعة مستحضرات التجميل العضوية، وخاصة كريمات الترطيب. الهدف الرئيسي هو دمج الجزيئات الحيوية النشطة الموجودة في هذا الفاكهة لتعظيم فوائدها المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات والمرطبة مع ضمان استقرار التركيبات وسلامة الجلد للمستهلكين. في هذا السياق من التحسين، استكشفنا مجموعات مختلفة من المكونات وعمليات التصنيع لتحقيق الكريم النهائي الأمثل. بعد ذلك، تم تقييم هذه المنتجات بناءً على خصائصها الميكروبيولوجية والفيزيوكيميائية والحسية، وكذلك على نشاطها المضاد للبكتيريا. كشفت نتائج هذا التقييم عن تحاليل فيزيوكيميائية مرضية، حيث كانت قيم الأس الهيدروجيني والكثافة واللزوجة متوافقة مع المعايير المطلوبة. بالإضافة إلى ذلك، كانت الضوابط الميكروبيولوجية متوافقة مع المعايير، واعتبرت اختبارات النشاط المضاد للبكتيريا فعالية منتجنا ضد مجموعة واسعة من البكتيريا، وتم تقدير التقييم الحسي من قبل غالبية لجنة الخبراء. أظهرت النتائج فعالية أكبر للمستخلص مقارنة بالبودرة، وللجفاف بالميكروويف مقارنة بالتجفيف الحراري.

الكلمات المفتاحية: كريم مرطب، البرتقال الحلو (*Citrus sinensis L. Osbeck*)، الميكروويف، النشاط المضاد للبكتيريا، الخصائص الحسية.