

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie,
des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de Biologie



Laboratoire :

Antibiotiques Antifongiques : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique

Mémoire pour l'obtention du diplôme de
Master En science biologie, **option** : Biochimie Appliquée

Présenté par

M^{elle} SELLAH Abir

**Contribution à l'étude de l'effet filtre ultraviolet de
l'huile végétale de *Triticum durum* dans une crème
de base**

Devant le jury :

Président :	AZZI Rachid	Professeur	Université de Tlemcen
Examineur :	RAHMOUN Nadjib	Professeur	Université de Tlemcen
Encadrant :	HALLA Noureddine	MCA	Université de Saïda

Année Universitaire : 2021-2022

Remerciement

Tout d'abord, louange à « ALLAH » le tout puissant de m'avoir donné la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et qui m'a donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce modeste travail.

J'exprime ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à mon professeur Mr « HALLA Noureddine » qui a accepté avec toute modestie et dévouement de m'encadrer. Je lui donne toute ma gratitude et profonde reconnaissance pour son aide, sa patience, ses conseils précieux qui ont conduit à l'achèvement de ce travail pour tout cela qu'il trouve ici l'expression de mes plus profonds respects.

J'exprime mes sincères reconnaissances aux membres du jury le président « AZZI Rachid » et l'examineur « RAHMOUN Nadjib » qui ont accepté de discuter et d'évaluer ce travail.

Je ne peux bien sur oublier tous mes enseignants aux quel je suis reconnaissante de m'avoir donner toutes ces connaissances et formation toute au long de mon parcours universitaires.

Enfin, spécifique remerciement pour toute ma famille, mes parents qui, sans eux, je n'aurais été la personne que je suis aujourd'hui, ils ont guidé mes pas vers le mieux, mes frères qui ont été toujours là pour moi, et ma petite sœurs par son soutien moral.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection.

A mes chers frères Alaa Eddine et Imad Eddin, à ma chère sœur dounia,
source de joie et bonheur.

A ma chère tante hadja Assia, a ma cousine préférée Hafsa et toute ma
famille, source d'espoir et d'espérance.

A tous mes amis, tout particulièrement ma chère amie d'enfance Imene.

A tous ceux que j'aime.

Abir

ملخص :

لطالما استخدمت النباتات المنتجة للزيوت والمستخلصات في مجال الطهي والطب التقليدي ومستحضرات التجميل وحفظ الأغذية. أجريت هذه الدراسة للتحقيق في نشاط الواقي من الشمس للمستحضر العشبي. لا توجد أدلة دراسة على عامل الحماية من الشمس (SPF) على الزيت النباتي ل *Trutucum durum*. تركز الدراسة على تحديد عامل الحماية من الشمس (SPF) في المختبر بواسطة طريقة القياس الطيفي المرئي فوق البنفسجي لزيت جنين القمح في مستحضر كريم. تم عزل زيت جنين القمح بواسطة جهاز Soxhlet ، وكان المرود الذي حصلنا عليه من هذا الزيت النباتي حوالي 16.93%. تم تحضير الكريم المعتمد على زيت جنين القمح بطريقة تجانس مستحلب الزيت / الماء. تم تقييم عامل الحماية من الشمس لزيت *Triticum durum* والكريم المعتمد على هذا الزيت بالطريقة المخبرية باستخدام مقياس الطيف الضوئي UV-Visible. كان SPF لزيت جنين القمح الذي حصلنا عليه في دراستنا حوالي 1.75. ومع ذلك ، أظهر عامل الحماية من الشمس بنسبة 1% و 2% من زيت جنين القمح في المستحضر التجميلي (كريم) نشاط حماية من أشعة الشمس بقيم عامل الحماية من الشمس في المدى من 5.3 و 6.08 على التوالي. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أنه يمكن استخدام زيت جنين القمح كمرشح في كريم واقي من الشمس لحماية البشرة من الأشعة فوق البنفسجية وللحفاظ على لون البشرة الطبيعي.

الكلمات المفتاحية: *Triticum durum*، زيت نباتي ، عامل حماية من الشمس (SPF) ، مستحضرات تجميل ، كريم مضاد للشمس.

Résumé :

Les plantes productrices des huiles et d'extraits ont toujours été utilisées dans le domaine culinaire, la médecine traditionnelle, la cosmétique et la préservation des aliments. La présente étude a été entreprise pour étudier l'activité de protection solaire de la formulation à base de plante. Il n'existe aucune preuve d'étude sur le facteur de protection solaire (SPF) sur l'huile végétale de *Triticum durum*. L'étude s'intéresse par la détermination du SPF in vitro par une méthode spectrophotométrique UV-Visible de l'huile de germe de blé dans une formulation de crème. L'huile de germe de blé a été isolée par l'appareil de Soxhlet, et le rendement que nous avons obtenu de cette huile végétale était de l'ordre de 16,93%. La crème à base de l'huile de germe de blé a été préparée par une méthode d'homogénéisation des émulsion Huile/Eau. Le facteur de protection solaire d'huile de *Triticum durum* et de la crème à base de cette huile a été évalué par la méthode in vitro en utilisant le spectrophotomètre UV-Visible. Le SPF de l'huile de germe de blé que nous avons obtenu dans notre étude était de l'ordre de 1,75. Cependant, le SPF de 1% et 2% de l'huile de germe de blé dans la formulation cosmétique (crème) a montré une activité de protection solaire par des valeurs du SPF de l'ordre de 5,3 et 6,08, respectivement. Les résultats de cette étude suggèrent que l'huile de germe de blé peut être utilisée comme un filtre dans une crème de protection solaire pour protéger la peau des rayons UV et pour maintenir la pigmentation naturelle de la peau.

Mot clé : *Triticum durum*, Huile végétale, facteur de protection solaire (SPF), Cosmétique, Crème anti-solaire.

Summary :

Plants producing oils and extracts have always been used in the culinary field, traditional medicine, cosmetics and food preservation. The present study was undertaken to investigate the sunscreen activity of the herbal formulation. There is no study evidence on Sun Protection Factor (SPF) on *Triticum durum* carrier oil. The study focuses on the determination of SPF in vitro by a UV-Visible spectrophotometric method of wheat germ oil in a cream formulation. Wheat germ oil was isolated by the Soxhlet apparatus, and the yield we obtained from this vegetable oil was around 16.93%. The cream based on wheat germ oil was prepared by an oil/water emulsion homogenization method. The sun protection factor of *Triticum durum* oil and of the cream based on this oil was evaluated by the in vitro method using the UV-Visible spectrophotometer. The SPF of wheat germ oil that we obtained in our study was around 1.75. However, the SPF of 1% and 2% of wheat germ oil in the cosmetic formulation (cream) showed sun protection activity by SPF values in the range of 5.3 and 6.08, respectively. The results of this study suggest that wheat germ oil can be used as a filter in sunscreen cream to protect the skin from UV rays and to maintain the skin's natural pigmentation.

Key words: *Triticum durum*, Vegetable oil, sun protection factor (SPF), Cosmetics, Anti-sun cream.

SOMMAIRE

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction générale.....	1

PARTIE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA PEAU ET LES EFFETS DES RAYONS UV

I- Généralités sur la peau.....	6
I-1- Structure général de la peau.....	6
I-2- Composition biochimique de la peau.....	7
I-3- Différents types de peau.....	7
I-4- Le pH cutané.....	7
I-5- Fonction et rôle de la peau.....	8
II- Les effets des rayons UV sur la peau.....	8
II-1- Définition et les types des rayons UV.....	8
II-2- L'indice UV.....	9
II-3- Les systèmes de protection de la peau.....	10
II-4- Effets biologiques du rayonnement solaire sur la peau.....	12
A- Effets bénéfiques.....	12
B- Effets néfastes.....	13
II-5- Prévention aux rayonnements solaires.....	16

CHAPITRE II

LES PRODUITS COSMETIQUES ET LES PROTECTIONS SOLAIRES

I- Les produits cosmétiques.....	18
I-1- Définitions	18
I-2- Différences entre médicaments et produits cosmétiques.....	18
I-3- Classification des produits cosmétiques.....	19
I-4- Caractéristique des cosmétiques.....	20
I-5- Les compositions d'un produit de cosmétique.....	20
I-6- Différences entre les cosmétiques naturelles, Biologiques et conventionnelles (classique).....	22
I-6-1- La différence entre cosmétique naturelle et biologique (Bio)	22
I-6-2- La différence entre cosmétique conventionnels et biologique (Bio)	22
II- Les protections solaires.....	24

II-1- Les produits cosmétiques solaires.....	24
II-2- Les écrans solaires.....	24
II-3- Fonctionnement des écrans solaires.....	24
II-4- Catégorie de protection.....	25

CHAPITE III

GENERALITES SUR LES HUILES VEGETALES

I-1- Généralités sur les huiles végétales.....	28
I-2- Définition de l'huile végétale.....	28
I-3- Localisation des huiles végétales.....	28
I-4- L'utilisations des huiles végétales.....	28
I-5- Compositions et caractéristiques chimiques des huiles végétales.....	29
I-6- Classification des huiles végétales.....	31
I-7- Stabilisation de la qualité des huiles au cours du stockage.....	31
II- Méthode d'extraction les huiles végétales en laboratoire.....	32

CHAPITRE IV

GENERALITES SUR LA PLANTE ETUDIEE – LE BLE

I-Généralité.....	35
I-1- Historique.....	35
I-2- Classification botanique.....	36
I-3- Origine génétique.....	37
II- Germe de blé.....	37
II-1- Description.....	37
II-2- Composition chimique du germe de blé.....	38
III- Huile de germe de blé.....	41
III-1- Définition.....	41
III-2- Utilisation de l'huile de germe de blé.....	41

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

I- Matériel.....	45
I-1- Matériel végétal.....	45
I-2- Matériel de laboratoire.....	46
I-3- Réactifs chimiques et solvants.....	46
II- Méthodes.....	46

II-1- Extraction de germe de blé.....	46
II-2- Extraction d'huile de germe de blé.....	47
II-3- Détermination de rendement.....	49
III- Détermination de SPF (Sun Protection Factor)	49
III-1- Huile de germe de blé.....	49
III-2- Crème à base d'huile de germe de blé.....	51
A- préparation de la formulation de la crème.....	51
B- Détermination du SPF de la crème in vitro.....	51

RESULTATS ET DISCUSSION

I- Détermination des rendements.....	3
I-1- Rendement de préparation de germe de blé dur.....	53
I-2- Rendement d'huile de germe de blé dur.....	53
III- Détermination du SPF par spectrophotomètre.....	53
III-1- Huile de germe de blé.....	53
Conclusion générale.....	58
Références bibliographiques.....	60

LISTE DES FIGURES

Figure 01	Structure de la peau.....	6
Figure 02	Représentation schématique du spectre électromagnétique de la lumière, avec rappel des fréquences des rayons ultraviolets (RUV) et leur effet sur la peau humaine.....	9
Figure 03	Palette du code international des couleurs de l'indice ultraviolet UVI.....	10
Figure 04	Système de protection de la peau face aux rayons UV.....	12
Figure 05	Cibles d'un médicament anti-acnéique et d'un cosmétique.....	19
Figure 06	Composition d'un produit cosmétique.....	21
Figure 07	Mode d'action des filtres organiques (A) et inorganiques (B).....	24
Figure 08	Les différentes étapes du test SPF in vivo.....	25
Figure 09	Structure générale des triglycérides.....	29
Figure 10	Structure des phospholipides.....	30
Figure 11	Composition générale des huiles végétales.....	31
Figure 12	Etapes du processus d'extraction de l'huile de pourghère au soxhlet.....	33
Figure 13	Montage d'un extracteur de soxhlet.....	33
Figure 14	Composition histologique du grain de blé.....	36
Figure 15	Grains de blé dur <i>Triticum durum</i> Desf.....	45
Figure 16	L'humidification de grains de blé.....	45
Figure 17	Germe de blé après 2h d'humidification.....	45
Figure 18	Les étapes d'extraction des huiles végétales de germe de blé.....	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01	Les différentes valeurs de L'UVI avec leurs niveaux de risque et la couleur correspondante associés aux recommandations de protection.....	10
Tableau 02	Les principaux effets néfastes des UV.....	16
Tableau 03	Quelques exemples d'ingrédients utilisés en cosmétique classique et bio.....	23
Tableau 04	Valeurs de SPF recommandées par ISO-COLIPA.....	26
Tableau 05	Les différentes catégories de protection solaire.....	26
Tableau 06	Différences entre un blé tendre et un blé dur.....	35
Tableau 07	Composition biochimique du germe de blé (en g pour 100 g de matière digestible).....	38
Tableau 08	Composition en acide gras du germe brut (g pour 100g de matière sèche).....	39
Tableau 09	Éléments minéraux du germe (mg pour 100 g de germe).....	40
Tableau 10	Proportion des vitamines en mg pour 100 g de germe de blé brut.....	40
Tableau 11	Répartition des enzymes dans le germe de blé.....	41
Tableau 12	Fonction produit normalisée utilisée dans le calcul du SPF.....	50
Tableau 13	La formulation de la crème.....	51
Tableau 14	Résultat d'absorbance spectrométrique UV d'huile de germe de blé.....	54
Tableau 15	Résultats d'absorbances spectrométrique UV de la crème avec chaque de différentes concentrations de l'huile végétale de germe de blé.....	54
Tableau 16	Le SPF de la crème avec chaque pourcentage d'huile de germe de blé.....	55

LISTE DES ABREVIATIONS

mm : mili mètre

m² : mètre quarré

UV : Ultraviolet

UVA : Ultraviolet A

UVB : Ultraviolet B

UVC : Ultraviolet C

nm : nanomètres

AP1 : Activator protein-1

NRF2 : Nuclear factor eruthroid-2- related factor

ADN : Acide DésoxyriboNucléiques

SPF : Sun protected factor

FPS : Facteur protection solaire

Bio : Biologique

NRU : Neutral Red Uptake

HV : huile végétale

HE : huile essentielle

Abs : absorbance

Introduction générale

La peau occupe une place stratégique et privilégiée à l'interface entre l'intérieur de l'organisme et l'extérieur. Elle représente le plus lourd (masse) et le plus étendu (superficie) du corps humain (**Belaoufi, 2016**). Elle est également un organe très complexe puisqu'elle partage son origine embryonnaire avec le système nerveux, ils proviennent tous les deux de l'ectoderme, ce qui explique le rôle important de la peau dans la sensibilité et la perception de l'environnement. La peau renseigne sur le toucher, la pression, la douleur ou encore la température. Elle a d'ailleurs un rôle important dans la thermorégulation et intervient dans de nombreuses fonctions métaboliques (**Kollros, 2018**). En effet, elle représente la première ligne de défense contre les agressions extérieures auxquelles elle est confrontée au quotidien : la pollution, les températures extrêmes, le vent et le soleil qui affecte grandement la peau avec ses rayons ultraviolets. Il est donc important de protéger et de soigner notre peau pour limiter son altération.

L'histoire des soins de la peau varie avec les époques et subira d'énormes changements et deviendra la source du développement de l'industrie cosmétique. Au XXème siècle la cosmétique prit son ampleur avec l'utilisation du pétrole, des tensioactifs synthétiques, de la chimie de solution, des polymères et de colloïdes. Les cosmétiques satisfont les besoins humains depuis l'Antiquité. Les exemples incluent l'hygiène, les soins du corps et de la peau, de la capacité à se différencier et à s'améliorer par son apparence (**Maziane, 2011**).

Le développement des cosmétiques ces dernières années a été considérable, notamment avec l'avènement de nombreuses nouvelles substances et de la demande croissante des consommateurs (**Nouri, 2022**).

L'industrie cosmétique est de plus en plus sollicitée par les femmes à la recherche de soins performants. Cependant, l'époque devenue stressante et polluée, un recours à la nature s'opère, les chercheurs associent alors à leurs prouesses des actifs de beauté naturels issus de plantes. Le produit cosmétique est devenu une préparation testée du point de vue de sa tolérance et douée de propriétés hygiéniques, capables de rendre à la peau son équilibre physicochimique sans affecter les fonctions de l'organisme, soit sans aucune intention pharmacologique. On peut donc parler d'une véritable efficacité cosmétique qui résulte de la présence de constituants actifs obéissants à des spécifications physicochimiques précises (**Maziane, 2011**).

Ainsi que, la cosmétologie est devenue une science s'appuyant sur les connaissances acquises en biologie et en chimie. Cette nouvelle conception de la cosmétologie s'est définitivement imposée. De nombreuses plantes sont exploitées dans les cosmétiques et on peut les regrouper en fonction de leur activité selon leurs propriétés hydratantes, nourrissantes, astringentes, cicatrisantes, amincissantes, antiseptiques, antioxydantes et colorantes (**Maziane, 2011**).

À l'heure actuelle, le contexte de développement du marché mondial des cosmétiques est de plus en plus enclin aux produits naturels, en particulier aux matières végétales. Beaucoup de plantes deviennent de plus en plus utilisées comme ingrédients actifs naturels dans les produits cosmétiques. Les écrans solaires sont l'un des produits cosmétiques que nous appliquons sur notre peau pour la garder en bonne santé, car ils ont la faculté de modifier la façon dont laquelle le corps réagit aux rayons du soleil. La preuve de l'efficacité des produits de protection solaire est d'une grande importance pour la protection de santé publique car les rayons UVB du rayonnement solaire sont le principal contributeur aux coups de soleil cutanés, à l'immunosuppression et au cancer de la peau (**Mishra et al., 2012**).

Les huiles se distinguent selon leur mode de fabrication, les huiles végétales se définissent essentiellement par leur composition en acides gras. (**Lecerf, 2011**).

Le germe de blé, contenant environ 8% à 20% d'huile (en moyenne 10%), l'huile de germe de blé consistant en vitamines et une teneur élevée en protéines (30%) et contient des glucides, des pigments et des minéraux (**Zhu et al., 2006**). Elle est particulièrement riche en vitamine E (**Lecerf, 2011**). L'huile de germe de blé est l'une des huiles végétales les plus précieuses. Elle est principalement utilisée dans les industries alimentaires, médicales et cosmétiques comme source d'huile (**Zhu et al., 2006**). Appréciée pour sa saveur délicate, son léger parfum et ses nombreux bienfaits, cette huile est absolument incontournable. Les germes contiennent toute la vie de la plante en germination, c'est donc une huile très riche sur le plan diététique et cosmétique.

L'objectif visé par notre travail consiste à l'étude de l'effet cosmétique des filtres ultraviolet de l'huile de germe de blé dure à l'aide d'un spectrophotomètre, puis de préparer une crème solaire à base de cette huile végétale et de déterminer son facteur de protection solaire in vitro.

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur la peau et les effets des rayons UV

Chapitre 1 : Généralités sur la peau et les effets des rayons UV

I. Généralités sur la peau

I-1- Structure général de la peau :

La peau est un tissu de couverture très souple et résistant qui enveloppe le corps ; c'est un organe classique, nécessaire au fonctionnement de l'organisme ; elle constitue la couche protectrice externe, sa surface et sa masse dans un corps adulte est de 2m^2 pour 4kg de poids. Son épaisseur varie selon la zone corporelle (de 0,5mm à 2mm, à la paume des mains et à la plante des pieds, 4mm) (Tachdjian et al., 2016).

Sur le plan anatomique, la peau est constituée de deux parties principales :

- La partie superficielle externe qui constitue l'épiderme et une partie interne plus épaisse constituant le derme et l'hypoderme (figure 1).
- L'ensemble peau et phanère (ongle-poils) constitue le tégument.

(Tachdjian et al., 2016).

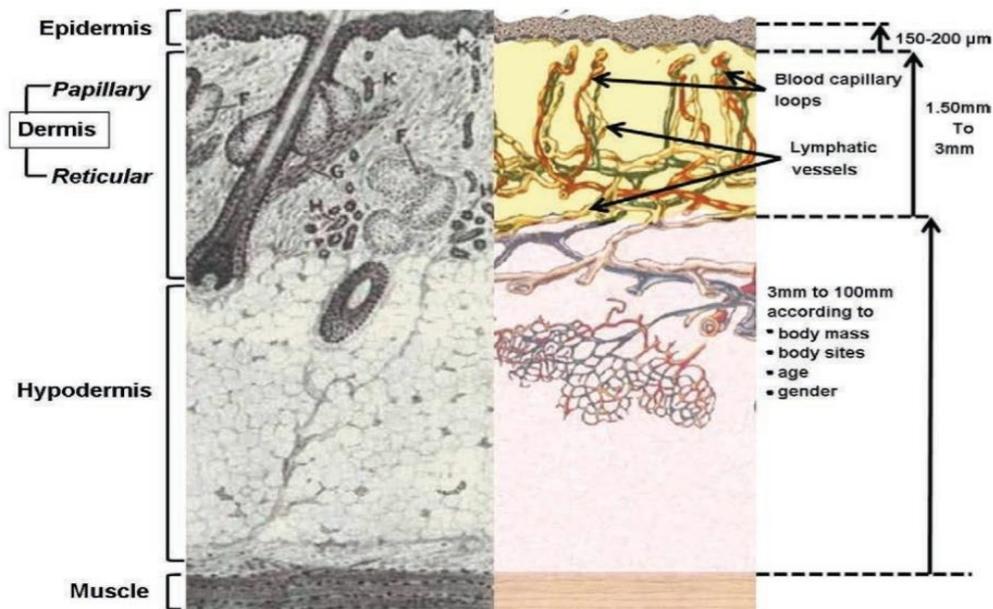


Figure 01 : Structure de la peau (Laurent, 2008)

I-2- Composition biochimique de la peau :

- La peau est complexe, morphologiquement et biochimiquement. D'un aspect chimique, la peau se constitue de :
- L'eau : 70% de la composition de la peau est constituée d'eau; sa répartition se varie c'est l'hypoderme le + hydraté
- Les sels minéraux 0,5%: sodium, potassium, magnésium, fer, cuivre, zinc, manganèse, soufre, phosphore et iode
- Les protides interviennent pour 27,5% dans la constitution de la peau. Ils sont composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. On trouve des acides aminés et des protéines comme le collagène, la kératine ainsi que des hormones et des enzymes.
- Les lipides 2% : renferment du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène On retrouve des phospholipides, le cholestérol, les acides gras, les triglycérides et les prostaglandines, lesquelles interviennent dans la multiplication cellulaire et surtout dans les réactions allergiques et inflammatoires (**Spearman, 1982**).

I-3- Différents types de peau :

La peau des différents individus a une capacité d'adaptation différente et se divise donc en de nombreux types distincts : peau normale, peau sèche, grasse, mixte, sensible, claire, foncée. Les différences de couleur de peau correspondent à des capacités de protection inégales contre les rayons solaires. Cet « héritage du soleil » varie selon le phototype de chaque personne, c'est-à-dire la capacité individuelle de chacun à bronzer ou à brûler. Par conséquent, la peau claire a un capital solaire plus faible et est plus sensible au risque de coup de soleil ou de cancer de la peau qu'une peau foncée ou brune. (**Lambert, 2007**).

I-4- Le pH cutané :

Une peau en santé doit avoir un pH d'environ 5.5, qui est un pH acide. Le pH cutané est variable selon les individus et les zones corporelles. Il est influencé par divers facteurs : Il augmente avec l'âge, il est plus alcalin chez les femmes, il augmente enfin avec divers facteurs extérieurs comme le lavage par des détergents. Le pH cutané est régulé par l'excrétion sudorale. (**Maziane, 2011**).

I-5- Fonction et rôle de la peau :

La peau est l'interface d'échange entre le milieu interne de l'organisme et son environnement, en l'informant de ses propres besoins et en lui permettant de répondre aux perturbations extérieures (température, humidité, bactéries, rayons UV, etc. La peau assure les fonctions suivantes : protection et barrière, thermorégulation, fonction métabolique (synthèse de la vitamine D et le rôle sensoriel. (**Girotti-Chanu, 2006**).

II-Les effets des rayons UV sur la peau

II -1- Définition et les types des rayons UV :

Les rayonnements ultraviolets (UV) sont composés de rayons invisibles à haute énergie situés au-delà de l'extrémité bleue du spectre visible. La majorité des rayonnements ultraviolets proviennent du soleil. Le rayonnement ultraviolet est émis dans la gamme de longueurs d'onde de 100 à 400 nanomètres (nm). Un nanomètre représente un milliardième de mètre. Il a une longueur d'onde plus courte que la lumière visible et contient plus d'énergie. Selon sa longueur d'onde, il peut traverser la couche d'ozone et avoir différents effets sur la santé (figure 2). Plus sa longueur d'onde est courte, plus il est nocif; cependant, il pénètre alors moins facilement la peau. Les rayons UV peuvent être divisés en trois types en fonction de leurs fréquences (**Roelandts, 2007**).

-**Les UVA** ont une longueur d'onde de 320 à 400 nm. Bien que leur énergie soit inférieure à celle des UVB, ils pénètrent dans le derme et sont responsables du bronzage immédiat, du vieillissement prématuré de la peau et peuvent jouer un rôle dans l'apparition de certains cancers de la peau. Les UVA ne sont pas facilement absorbés par la couche d'ozone; à peu près 95 % réussissent à la franchir (**Roelandts, 2007**) ; (**Vaillancourt-Audet, 2020**).

- **Les UVB** ont une longueur d'onde de 280 à 320 nm. Ils ne pénètrent que la couche protectrice de l'épiderme. Ils sont responsables du bronzage à long terme et des coups de soleil, ainsi que de la plupart des cancers de la peau. Une grande part des UVB est absorbée par la couche d'ozone; seulement 5 % se rendent à la surface de la terre. (**Roelandts,2007** ; **Vaillancourt-Audet, 2020**).

- **Les UVC** ont une longueur d'onde de 100 à 280 nm et sont les rayons UV qui ont le plus d'énergie. Ils sont très dangereux pour toutes les formes de vie (même à très faible dose). Par

contre, ils ne traversent pas la couche d'ozone et n'atteignent jamais la terre. Ils sont créés de façon artificielle pour tuer des bactéries (Roelandts,2007 ; Vaillancourt-Audet, 2020).

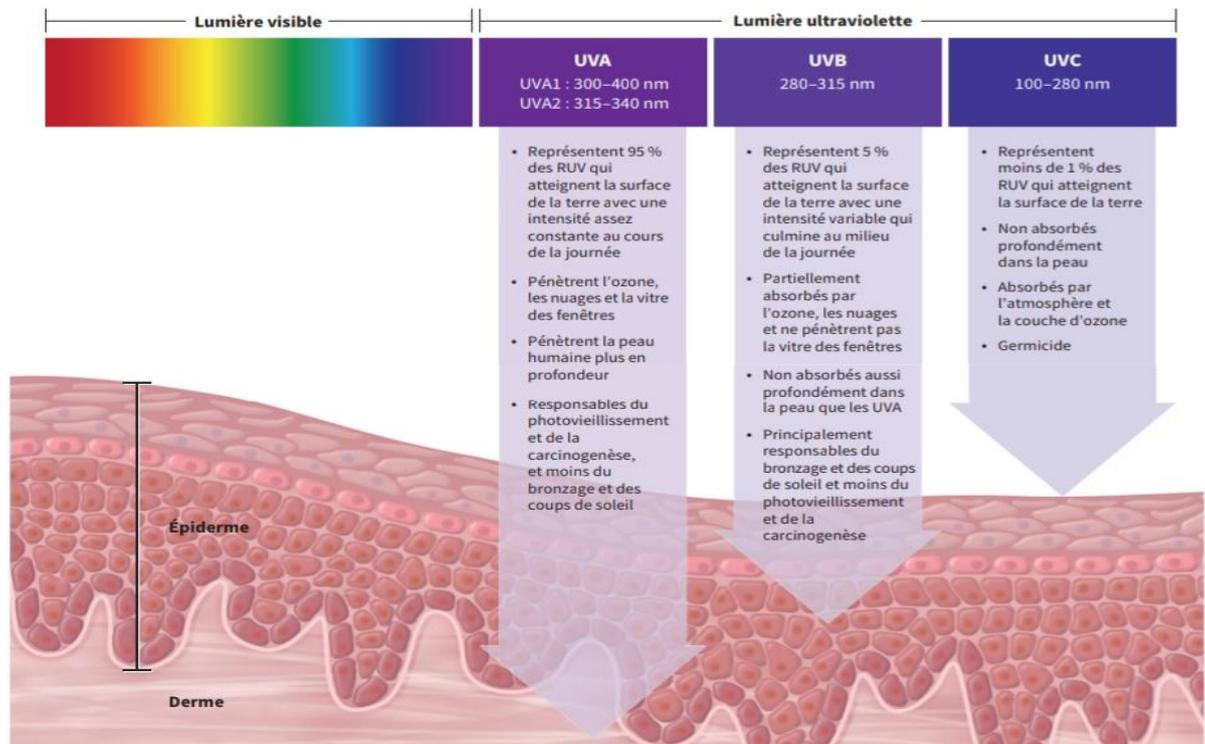


Figure2 : Représentation schématique du spectre électromagnétique de la lumière, avec rappel des fréquences des rayons ultraviolets (RUV) et leur effet sur la peau humaine.

(Sander et al., 2021)

II -2- L'indice UV :

L'indice UV traduit l'intensité du soleil, autrement dit dans quelle mesure la fraction ultraviolette (UV) du rayonnement solaire parvient à la surface terrestre. Cette valeur s'exprime sur une échelle de 0 à 16. Plus l'indice UV est élevé, plus les effets potentiels sur la peau et les yeux sont importants. Quatre facteurs jouent un rôle déterminant :

- La hauteur du soleil
- L'épaisseur de la couche nuageuse
- L'épaisseur de la couche d'ozone
- Le degré de réflexion (Abed et al., 2020)

Tableau 1 : Les différentes valeurs de L'UVI avec leurs niveaux de risque et la couleur correspondante associés aux recommandations de protection (Abed et al., 2020)

Indice UV	Niveau de risque	Couleur	Protection(s) recommandée(s)
1-2	Faible	Vert	Port de lunettes de soleil en cas de journées ensoleillées.
3-5	Modéré	Jaune	Se couvrir et porter un chapeau et des lunettes de soleil. Appliquer un écran solaire de protection moyenne (indice de protection de 15 à 29), surtout pour une exposition à l'extérieur pendant plus de trente minutes. Rechercher l'ombre aux alentours de midi, quand le soleil est au zénith.
6-7	Élevé	Orange	Réduire l'exposition entre 11 h et 17 h. Appliquer un écran solaire de haute protection (indice de 30 à 50), porter un chapeau et des lunettes de soleil, et se placer à l'ombre.
8-10	Très élevé	Rouge	Sans protection, la peau sera endommagée et peut brûler. L'exposition au soleil peut être dangereuse entre 11 h et 17 h; la recherche de l'ombre est donc importante. Sont recommandables le port de vêtements longs, d'un chapeau et de lunettes de soleil, ainsi que l'application d'un écran solaire de très haute protection (indice + 50).
11-12+	Extrême	Violet	La peau non protégée sera endommagée et peut brûler en quelques minutes. Toute exposition au soleil est dangereuse, et en cas de sortie il faut se couvrir absolument (chapeau, lunettes de soleil, application d'un écran solaire de très haute protection d'indice + 50).

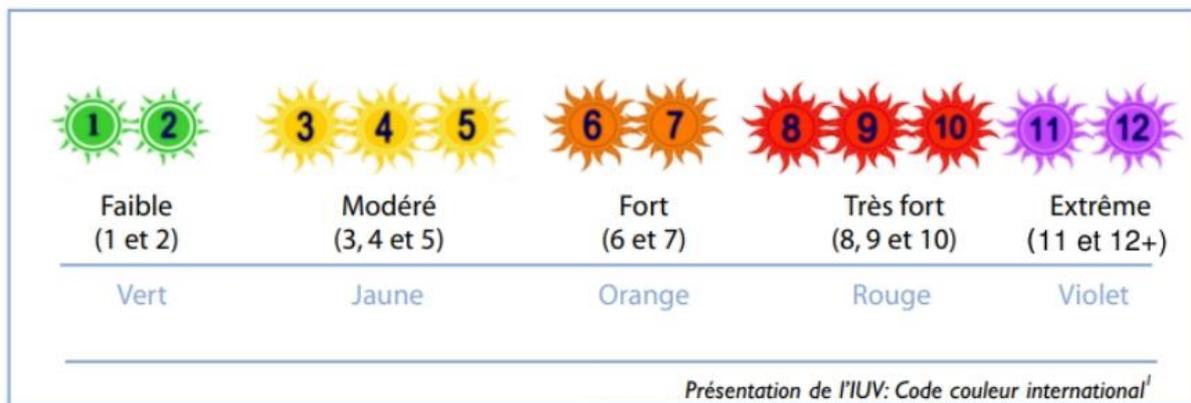


Figure 3 : Palette du code international des couleurs de l'indice ultraviolet UVI (Abed et al., 2020)

II -3- Les systèmes de protection de la peau :

Le premier mécanisme, la stratification épidermique, constitue une barrière physique contre les rayons UV. En effet, l'hyperkératose permet de limiter la pénétrance des rayons UV dans la peau et ainsi protéger celle-ci de leurs effets néfastes. Le second mécanisme de défense, soit la réponse oxydante, permet de contrôler la quantité de molécules dommageables

présentent dans la peau suite à une exposition solaire. Cette réponse va, globalement, diminuer la synthèse de collagène et augmenter la dégradation du nouveau collagène en plus d'induire une réponse antioxydante en deux étapes. (Vaillancourt-Audet, 2020)

Une première réponse rapide stimulée par le surpresseur de tumeur p38 à travers la protéine AP1 va activer la transcription d'enzyme antioxydant. En parallèle, une réponse inflammatoire aura aussi lieu à travers la même protéine entraînant la dégradation et l'inhibition de la production du collagène. La seconde réponse, plus tardive, activée par le cycle d'oxydoréduction, via la protéine NRF2, va stimuler la transcription d'enzymes détoxifiantes. Le dernier mécanisme, est la pigmentation cutanée qui est visiblement modulée en réponse à l'exposition solaire. Il est intéressant de mentionner que les rayons UVA et UVB sont indépendamment capables de déclencher la pigmentation, et ce, chacun avec un mécanisme qui lui est propre. (Vaillancourt-Audet, 2020)

Une réponse immédiate est enclenchée par les rayons UVA qui vont photo-oxyder la mélanine présente dans la peau. Cette réponse est suivie d'une réponse tardive induite par les rayons UVA et UVB via leur interaction avec les mélanocytes et les kératinocytes. Les modifications opérées sur ces deux types cellulaires vont stimuler l'augmentation de la quantité de mélanocytes fonctionnels, la mélanogénèse, l'augmentation du nombre de dendrites des mélanocytes et du transfert des mélanosomes vers les kératinocytes. En final, la quantité de mélanine totale sera augmentée dans la peau. (Vaillancourt-Audet, 2020).

Les pigments de mélanine rempliront leur fonction protectrice par deux mécanismes. Premièrement, ils limitent l'absorption de la lumière UV dans la peau pour protéger les cellules épidermiques des dommages directs du soleil. Deuxièmement, ils sont capables de réagir avec les ROS qui sont produits lorsque la lumière UV entre en contact avec les chromophores de la peau. Les deux mélanines ne sont pas équivalentes en termes de fonctionnalité. En effet, il a été démontré que l'eumélanine exerce sa fonction plus efficacement et induit ainsi un mécanisme photoprotecteur plus fort (Natarajan et al.,2014).

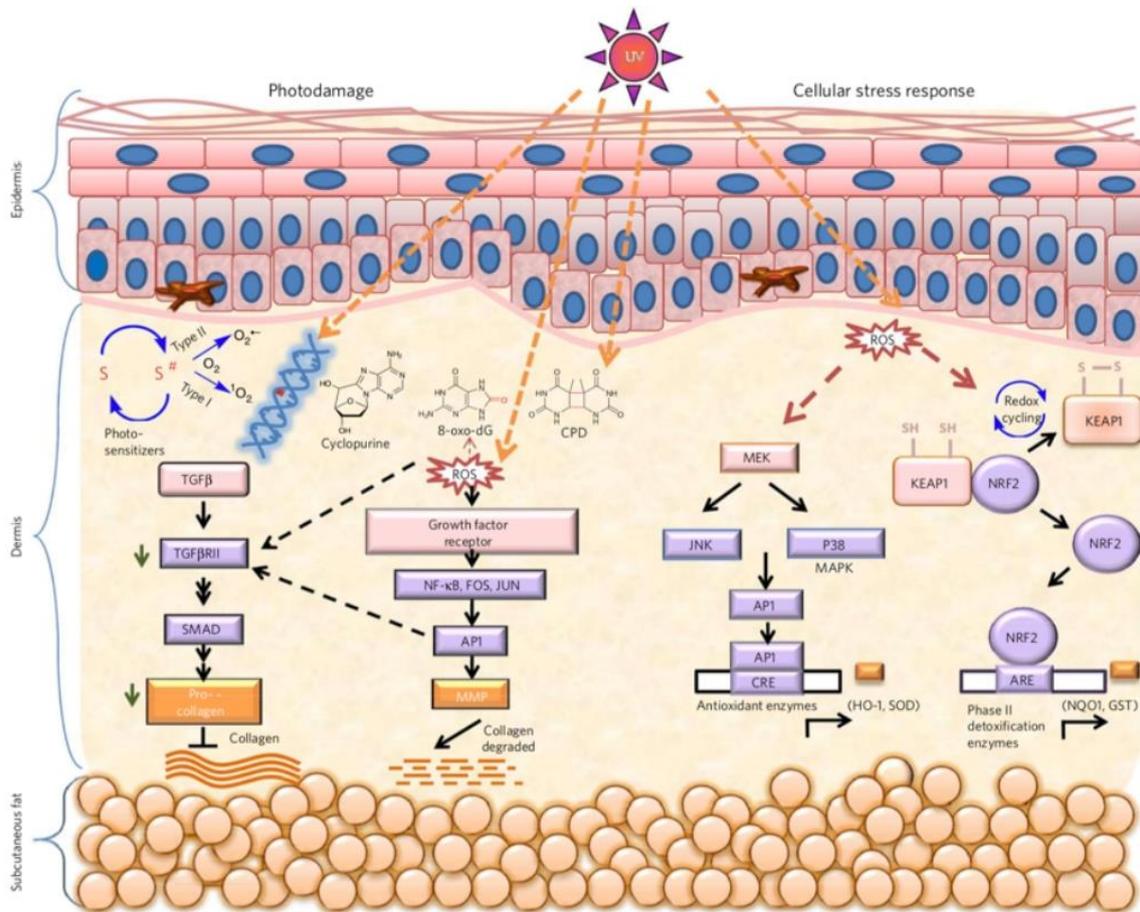


Figure 4 : Système de protection de la peau face aux rayons UV (Natarajan et al., 2014)

II –4- Effets biologiques du rayonnement solaire sur la peau :

- **A- Effets bénéfiques :**
- 1- la synthèse de vitamine D :

Du côté des bienfaits, outre l'action positive avérée sur le moral, le soleil stimule également la synthèse de vitamine D, qui intervient dans de nombreux mécanismes. Cette hormone se retrouve chez l'humain sous forme, la vitamine D3 qui est synthétisée à partir du 7-déhydrocholestérol, un dérivé du cholestérol, et grâce aux rayons UVB qui entraînent une cassure dans la molécule. Généralement, la quantité de vitamine D retrouvée chez une personne va être étroitement liée à la quantité de rayons solaires absorbés dans l'année. L'exposition solaire est donc responsable en grande partie de la vitamine D retrouvée chez l'humain. Il n'est donc pas étonnant de retrouver des récepteurs à la vitamine D sur les kératinocytes et les LC vue leur emplacement stratégique face aux rayons solaires. (Norval, 2006).

- 2- Pigmentation :

Plus que la pigmentation de la mélanine constitutive (couleur naturelle de la peau), la pigmentation mélanique acquise (couleur de la peau obtenue par le bronzage) procure une photoprotection facultative. Phénomène d'adaptation correspondant à une synthèse accrue de mélanines. La pigmentation acquise comprend elle-même deux types de pigmentation: la pigmentation immédiate et la pigmentation retardée ou « bronzage » (**Mastour, 2008**).

- 3- Bien-être et bonne humeur :

Le soleil peut se montrer un excellent traitement de certaines formes de dépression saisonnière. C'est la lumière reçue par l'œil, qui semble induire des signaux directement vers l'épiphyse, petite glande située à la base du cerveau, et qui influencerait la sécrétion de mélatonine. (**Mastour, 2008**).

- 4- Amélioration de certaines dermatoses

Le soleil a un effet favorable dans le psoriasis, dans la dermatite séborrhéique et de façon moins constante, dans l'eczéma atopique (ou eczéma constitutionnel). (**Mastour, 2008**).

- 5- le bronzage:

Le bronzage de la peau - mécanisme de défense contre les UV excessifs (par la synthèse intense de la mélanine). Le bronzage a un effet esthétique indéniable, mais c'est un facteur d'accélération dans le processus de vieillissement précoce. (**Mastour, 2008**).

- **B- Effets néfastes :**

- 1- Dommages à l'ADN (figure 5) :

La signature des rayons UV a longtemps été principalement associée aux photo-dommages directement causés à l'ADN. Ceux-ci furent considérés comme les plus dommageables pour la peau, car il s'agit de l'effet le plus intuitif et observable suite à une exposition aux rayons UV.

- Les UVC sont les plus dommageables, mais bloqués par la couche d'ozone. Les rayons UVB sont en mesure de causer des cassures double brin notamment via la production de dimère cyclobutanique de pyrimidine (CPD). Les rayons UVA causent des

dommages à l'ADN variés tels que des cassures simple brin via la génération d'espèces oxydatives. Mis ensemble, tous ces types de rayons causent des dommages à l'ADN de manière indirecte, mixte ou directe (**Rass et Reichrath, 2008**)

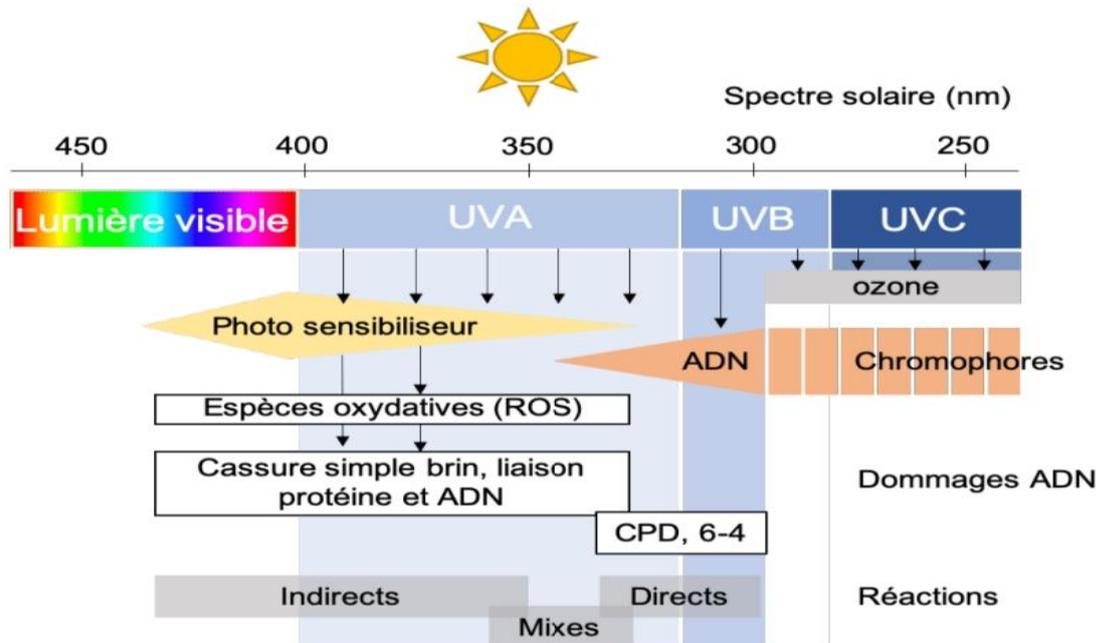


Figure 5 : Types de dommages à l'ADN causés par les rayons UV (**Rass et Reichrath, 2008**).

-2- Pathologies cutanées associées :

L'exposition chronique au soleil est associée au développement de nombreuses maladies de la peau, telles que le photovieillissement, l'érythème cutané et le cancer. En fait, le soleil est le cancérigène numéro un de la peau en raison de sa capacité à générer des dommages à l'ADN et un stress oxydatif dans les cellules de la peau. (**Mullenders, 2018**).

- 2-1- Érythème cutané :

L'augmentation de l'exposition cutanée et occasionnelle au soleil est retranscrite par l'état inflammatoire de la peau, communément appelé "coup de soleil". Après ce type d'exposition, les différentes couches de la peau ne réagissent pas de la même manière. Le derme entre immédiatement dans une phase inflammatoire. Plus précisément, les rayons UVB induisent une série de cytokines pro-inflammatoires, ainsi que la sécrétion de médiateurs vasoactifs et neuroactifs qui provoquent des sensations de brûlure et la peau va rougir à cause de cette réponse. L'intensité de l'érythème est variable et dépend directement de la dose de

rayonnement reçue. On observe cliniquement quatre degrés d'intensité de l'érythème. **(D'Orazio et al., 2013).**

1er degré : érythème rose pâle apparaissant entre la 6ème et la 24ème heure, disparaissant en 48 heures sans desquamation ni pigmentation.

2ème degré : érythème rouge vif, voir violacé, légèrement douloureux. Il apparaît entre la 2ème et la 12ème heure et disparaît en 72 heures en laissant une discrète desquamation et une pigmentation transitoire.

3ème degré : érythème cyanique avec œdème. Il apparaît entre la 2ème et la 6ème heure et laisse place à une desquamation importante et à une pigmentation durable

4ème degré : Phlyctènes correspondant à une brûlure du second degré. Des signes généraux du type fièvre, céphalées, nausées et malaise général peuvent l'accompagner en cas de brûlure étendue. La desquamation est intense et il peut persister une pigmentation séculaire. **(D'Orazio et al., 2013).**

- 2-2- vieillissement :

Le photovieillissement est le résultat d'une exposition prolongée de la peau au soleil. C'est une maladie qui touche principalement le derme. Elle est causée par l'accumulation d'inflammation via les rayons UVB et par la production de ROS via les rayons UVA. Néanmoins, le derme est le support de l'épiderme, l'intégralité de la peau est affectée par le photo-vieillissement. Celui-ci se transcrit au niveau macroscopique par une peau d'apparence relâchée ainsi que par l'apparition de rides et de taches de rousseur **(Natarajan et al., 2014), (Liu-Smith et al., 2017).**

- 2-3- Cancers cutanés :

Les effets mutagènes de la lumière UV sur la peau ont été démontrés par divers mécanismes, notamment la production de ROS et les dommages à l'ADN. Par conséquent, les rayons UV sont classés comme cancérigènes à part entière en raison de leur capacité à induire des mutations, à la fois directement et indirectement, en plus d'induire une immunosuppression ; ainsi, ils peuvent initier et favoriser le développement d'états cancéreux. Les trois cancers de la peau les plus courants sont le carcinome basocellulaire (BCC), le carcinome épidermoïde (SCC) et le mélanome cutané. Celles-ci sont à la fois épidémiologiquement et

moléculairement liées à la lumière UV. En particulier, dans ces cancers, les voies régulant la différenciation cellulaire, le cycle cellulaire et l'apoptose sont court-circuitées par la lumière UV. (D'Orazio et al., 2013).

Tableau 2 : Les principaux effets néfastes des UV (Kollros, 2018)

Effets néfastes	UVB	UVA
Coups de soleil	+++	+
Lucites	+	++
Photosensibilisation médicamenteuse	+	++
Vieillissement cutané	+	++
Cancers cutanés	++	++

II-5- Prévention aux rayonnements solaires :

La mélanine présente dans les cellules de la peau, est responsable de la couleur de la peau et absorbe les rayons du soleil pour assurer une protection naturelle. Le bronzage résulte d'ailleurs d'une augmentation de la synthèse de mélanine. Par conséquent, vous devez tenir compte de votre type de peau pour savoir quel indice de protection solaire (SPF) choisir. Les écrans de protection sont évalués en fonction de leur facteur de protection solaire (SPF), qui est un indice de protection contre l'érythème de la peau (rougeur de la peau). Plus le FPS d'un produit ou d'un écran solaire est élevé, meilleure est la protection qu'il offre (Kollros, 2018)

Chapitre II : Produits cosmétiques et les protections solaires

Chapitre 2 : Les produits cosmétiques et les protections solaires

I- Les produits cosmétiques

I- 1-Définitions :

Le mot cosmétique vient du grec kosmêtikos, de kosmos, qui signifie beauté, ordre, parure, parure, belle apparence. Dans l'antiquité grecque, le mot s'appliquait non seulement au ciel, mais pour évoquer la beauté et l'ordre d'une armée prête au combat, et ainsi impressionner l'ennemi. (Baures et al., 2009). La cosmétique est une science pluridisciplinaire associant sciences pures et sciences appliquées et intégrant connaissances en biologie, chimie, biochimie, formulation, physiologie, psychologie, sociologie, sciences neurosensorielles, pharmacie... (Nardello-Rataj et Bonte, 2008).

Un produit cosmétique est toute substance ou préparation non médicamenteuse destinée à l'usage d'hygiène corporelle, de beauté et de toilette (Larousse, 2010). Selon le code de la santé publique, peut être défini un produit cosmétique toute substance ou préparation destinée à être mise en contact avec diverses parties superficielles du corps humain, notamment l'épiderme, les systèmes pileux et capillaires, les ongles, les lèvres et les organes génitaux externes, ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement de les nettoyer, de les maintenir en bon état, de les corriger les odeurs corporelles (Baures et al., 2009).

I- 2- Différences entre médicaments et produits cosmétiques : (coté dermatologiques) :

Les médicaments dermatologiques sont conçus pour cibler spécifiquement les facteurs identifiés comme intervenant dans la physiopathologie de la maladie, qu'ils soient dans l'épiderme, le derme, l'hypoderme ou au niveau d'une glande annexe ou d'un phanère (Poli et al., 2017).

Les cosmétiques agissent principalement en surface, mais peuvent également pénétrer les couches inférieures de l'épiderme et du derme ; cela dépend avant tout de l'excipient, qui est le vecteur de diffusion du principe actif. L'exposition systémique par absorption sanguine, lymphatique ou autre tissu doit être évitée pour garantir la sécurité du produit. (Poli et al., 2017).

Les cosmétiques agissent principalement sur l'épiderme, notamment pour prévenir ou réparer les altérations de la barrière cutanée. Mais leurs effets pharmacologiques ne sont pas aussi puissants que les médicaments (Poli et al., 2017). Un médicament cherche à traiter et éradiquer une maladie ou un problème mais le produit cosmétique ne devrait pas changer la structure de la peau ou de ses annexes mais uniquement son aspect (Nouri, 2022). Donc, nous pouvons dire, pour différencier le médicament d'un cosmétique, que le médicament possède une efficacité thérapeutique pour un individu malade alors que le produit cosmétique possède une efficacité physiologique au niveau de l'enveloppe cutanée ou des muqueuses chez un individu sain (figure 5).

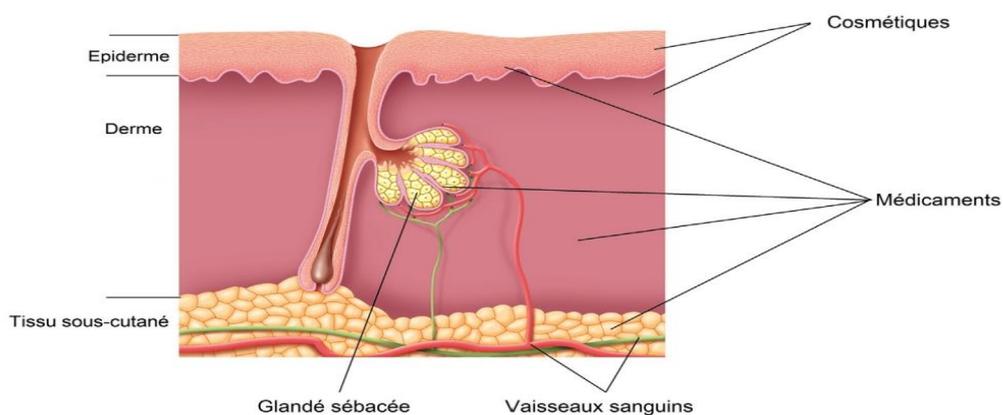


Figure 5 : Cibles d'un médicament anti-acnéique et d'un cosmétique (Poli et al., 2017).

I -3-Classification des produits cosmétiques :

Les cosmétiques entrent dans un certain nombre de catégories différentes telles que définies par la loi. Ces catégories peuvent être regroupées en six grandes familles :

- Les produits capillaires
- Les produits de soin
- Les produits solaires
- Les produits de maquillage
- Les produits d'hygiène corporelle
- Les parfums (Nouri, 2022).

I-4- Caractéristique des cosmétiques :

Quelles que soient leurs formes (crèmes, gels, émulsion etc.), les cosmétiques ont généralement tous la même structure (**Jhon, 1994**). Pour qu'un produit puisse être classé comme cosmétique, il faut que : les composés utilisés ne doivent pas traverser le derme de la peau et les produits cosmétiques ne doivent pas nuire à la santé lorsqu'ils sont appliqués dans les conditions normales ou normalement prévisibles d'utilisation compte tenu notamment de la présentation du produit, des mentions portées sur l'étiquetage de ces produits. Les produits cosmétiques doivent leur évolution constante aux apports successifs de la chimie des solutions, de la chimie de synthèse, de la chimie des polymères et plus récemment, de la chimie des colloïdes (**Nardello-Rataj et Bonte, 2008**).

I -5- Les compositions d'un produit de cosmétique:

Un cosmétique contient généralement:

- Un mélange d'eau (phase aqueuse) et d'huile (phase grasse), qu'on appelle émulsion. Et ce sont les supports des principes actifs, ils leur permettent de pénétrer dans l'épiderme et de parvenir là où ils sont censés agir.

- Un émulsifiant qui va permettre de rendre homogène l'émulsion (qui est un mélange chimiquement instable). Il s'accompagne d'humectant qui empêchent l'évaporation de l'eau. L'émulsion et l'émulsifiant constituent ce qu'on appelle les excipients. (**Nouri, 2022**).

I -5- 1-Des principes actifs : sont des substances d'origine naturelle ou synthétique, ils sont des molécules possédant un effet traitant. Elles vont avoir une action ciblée et apportent au produit toute son efficacité. (**Nouri, 2022**).

I -5- 2-Excipients : Le terme « excipient » fait référence à tout composant qui n'est pas un ingrédient actif dans les cosmétiques et représente jusqu'à 90 % du produit final. Il permet aux principes actifs d'être transportés via la peau. Il permet également d'ajouter de la texture, de la consistance et de la stabilité au produit. De plus, l'excipient permet de définir le mode d'utilisation du produit cosmétique, ainsi que sa forme. On peut classer les excipients en deux grandes catégories : les excipients lipophiles : les hydrocarbures (vaseline, paraffine...), les cires, les huiles végétales... et les excipients hydrophiles : l'eau, l'éthanol... (**Nouri, 2022**).

I-5- 3-Additifs : Les additifs sont utilisés pour stabiliser les ingrédients, conserver, parfumer, colorer, harmoniser, mousser, Généralement, ils sont facultatifs mais nécessaires pour certains types de produits cosmétiques (Nouri, 2022).

A-Des conservateurs : ils sont indispensables à la bonne conservation d'un produit, surtout si celui-ci est formulé à base d'eau. Un conservateur représente toute substance permettant de s'opposer aux altérations microbiologiques (bactériologiques ou fongiques) d'un produit (Nouri, 2022).

B- Les colorants: sont des substances qui permettent de colorer les produits cosmétiques grâce à leurs propriétés physico-chimiques (Nouri, 2022).

C- Les antioxydants : Les antioxydants utilisés dans les produits cosmétiques sont soit d'origine synthétique (comme les esters de l'acide gallique), soit d'origine naturelle (comme vitamine E). En tant que réducteurs, ils ont la capacité d'arrêter la peroxydation et d'éviter la formation des peroxydes et des hydroperoxydes, en particulier à partir des huiles insaturées. (Nouri, 2022).

D- Les parfums : sont des composés aromatiques, naturels ou synthétiques, qui donnent aux cosmétiques un parfum agréable. Pour parfumer une solution huileuse, utilisez des huiles essentielles, et pour parfumer une solution aqueuse, utilisez des eaux florales (Nouri, 2022).

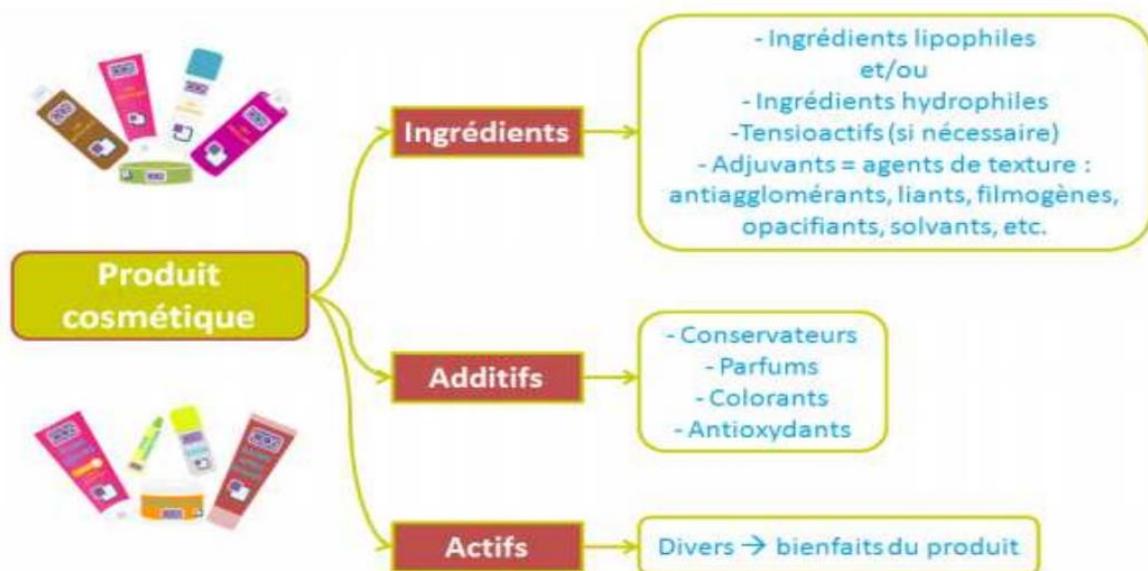


Figure 6 : Composition d'un produit cosmétique (Belaoufi, 2016).

I-6- Différences entre les cosmétiques naturelles, Biologiques et conventionnelle (classique) :

I-6-1- La différence entre cosmétique naturelle et biologique (Bio) :

Un produit cosmétique naturel est tout produit constitué de substances naturelles (toutes substances d'origine végétale, animale ou minérale, et mélanges de ces substances) et produit (obtenu et traité) dans des conditions bien définies (méthodes physiques, méthodes microbiologiques et d'enzymes). Les produits finis qui ne contenant aucun produit de synthèse (sauf conservateurs, parfums et propulseurs) peuvent être considérés comme des produits naturels. Les ingrédients des cosmétiques naturels sont principalement ceux utilisés dans les plantes médicinales (**Baures et al., 2009**).

On distingue trois types d'ingrédients classiques dans la composition des produits cosmétiques naturels selon leur origine : les matières premières d'origine végétale, animale, et minérale. (**Deborde,2013**).

Cosmétiques biologiques (Bio) : Les cosmétiques bio appartiennent à une famille de produits très riches en ingrédients naturels issus de végétaux. La cosmétique BIO, est une cosmétique naturelle avec une partie BIO, et dont certains ingrédients sont issus de l'agriculture biologique (**Nouri, 2022**).

La cosmétique naturelle explique que la proportion bio d'un produit ne concerne qu'une partie minoritaire du produit global. Un produit cosmétique naturel n'est donc pas forcément bio, alors qu'un produit cosmétique bio est naturel puisqu'il est fabriqué à partir de substances naturelles, la cosmétique naturelle est donc la base de la cosmétique bio (**Belaoufi, 2016**).

I-6-2- La différence entre cosmétique conventionnels et biologique (Bio) :

Les produits cosmétiques conventionnels (classique) sont composés d'ingrédients d'origine animale, et chimiques de synthèses ou issus de la pétrochimie nocifs pour la santé humaine. Ils sont souvent et généralement décriés pour leur manque de respect environnemental et leur faible concentration en actifs (**Lydie, 2014**). Par contre les produits cosmétiques « naturels » ou « biologiques » revendiquant le respect de l'environnement et de la santé des consommateurs (**Nouri, 2022**).

La cosmétique conventionnelle diffère de la cosmétique bio par : la qualité des ingrédients choisis, la quantité d'ingrédients naturels ou bio, l'exclusion de certains ingrédients, et le processus de fabrication (**Belaoufi, 2016**).

Le tableau 3 présente quelques exemples d'ingrédients utilisés dans les cosmétiques **conventionnels** (classiques) et bio :

Tableau 3 : Quelques exemples d'ingrédients utilisés en cosmétique classique et bio. (**Lydie, 2014**)

Compositions	Cosmétiques conventionnels	Cosmétiques bio
L'émulsion	-Phase aqueuse : eau distillée - Phase huileuse : huile minérale issue des déchets de la pétrochimie ou huile de silicone.	-Phase aqueuse : eau de source ou eau florale. - Phase huileuse : des huiles végétales
L'émulsifiant	-Ils sont d'origine synthétique et s'appellent PEGs (glycols) le plus souvent. Issus généralement du pétrole.	-sont d'origine naturelle et végétale tels que les esters de sucre issus de la betterave ou la lécithine de soja.
Les principes actifs	- Filtre UV chimiques -Des dérivés pétrochimiques et des produits de synthèse complètement inutiles pour la santé de la peau.	- les huiles essentielles, les extraits huileux d'origine végétale, les hydrolats, la vitamine C...
Les conservateurs	-Ils sont là, les fameux parabens, triclosans, formaldéhydes, phénoxyéthanol... des composants potentiellement nocifs pour la santé.	-Utilisation d'alcool naturel, d'huiles essentielles aux vertus antibactériennes ou de vitamine E (tocophérol). Des conditions de fabrication particulièrement rigoureuses, des conditionnements "airless", ou encore le choix de flacons pompes plutôt que de pots.
Le parfum	-D'origine synthétique.	-D'origine naturel et est généralement obtenu à partir d'huiles essentielles.
Les colorants	-Origine synthétique	-Pigments végétaux ou minéraux

II-Les protections solaires

II -1-Les produits cosmétiques solaires :

Un produit de protection solaire (PPS) est un produit dermocosmétique destiné à être mis en contact avec la peau humaine dans le but de la protéger du rayonnement ultra-violet en absorbant et/ou en réfléchissant ce rayonnement (Kollros, 2018). Idéalement, ces produits devraient avoir un large spectre UVA et UVB, être bien tolérés (non allergisant et non toxique), résister à l'eau et à la sueur et être stables à la lumière (Nouri, 2022).

II -2- Les écrans solaires :

Les écrans solaires commerciaux protègent la peau contre les effets nocifs des rayons ultraviolets qui sont : coups de soleil, au vieillissement de la peau et aux cancers de la peau grâce à leurs ingrédients chimiques ou minéraux. (Drugs et Therapeutics, 2018) ; (Sander et al., 2021).

II -3- Fonctionnement des écrans solaires

Les écrans solaires contiennent des substances chimiques (organiques) ou minérales (physiques/inorganiques) qui agissent en bloquant les rayons ultraviolets dont la longueur d'onde est plus courte que celle de la lumière visible (subdivisés en rayons ultraviolets A [UVA]1, [UVA]2, B [UVB] et C [UVC]). Les écrans minéraux (inorganiques) sont très bien tolérés et peuvent donc être utilisés sans crainte chez les enfants. De plus, contrairement aux filtres chimiques qui nécessitent une application 30 minutes avant une exposition, les écrans minéraux sont efficaces immédiatement. (Kollros, 2018)

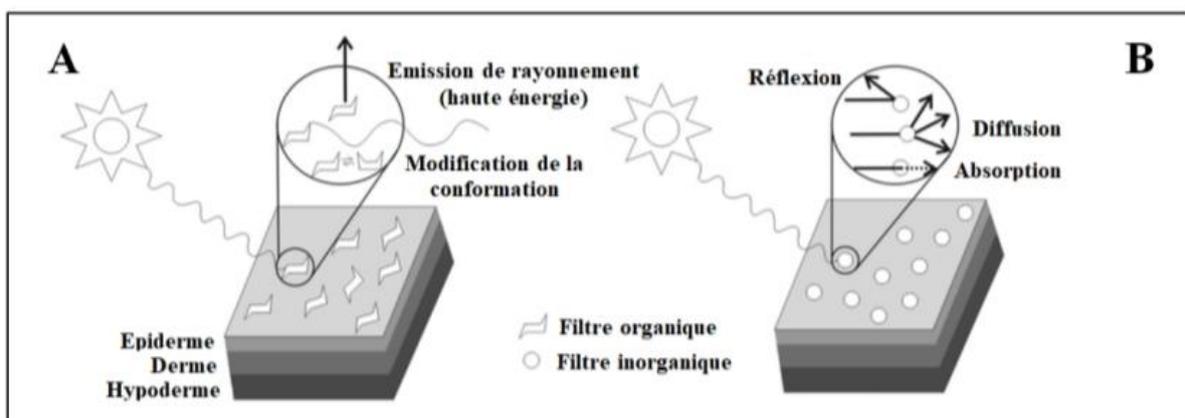


Figure 7 : Mode d'action des filtres organiques (A) et inorganiques (B) (Lorquin, 2020)

En général, la longueur d'onde des rayons est inversement proportionnelle à leur nocivité pour la peau. Les filtres des écrans solaires sont efficaces contre les UVA1, les UVA2 et les UVB. Les filtres chimiques sont des composés aromatiques qui absorbent les rayons ultraviolets de haute intensité et les convertissent en chaleur (état excité suivi d'une production d'énergie). Quand ces molécules reviennent à leurs niveaux de base, il en résulte une conversion de l'énergie absorbée en des longueurs d'onde de plus faible énergie. (Sander et al., 2021)

II -4-Catégorie de protection :

Le Facteur de Protection Solaire (SPF : Sun Protection Factor) qui s'exprime sous la forme d'un indice numérique qui varie entre 6 et 50+, et indique le niveau de protection d'un produit contre les dommages causés par les rayons UVB, notamment les coups de soleil. Le SPF est mesuré in vivo à l'aide d'une méthode utilisant une source UV artificielle dont le rayonnement est le plus proche possible du rayonnement solaire. Le SPF représente le rapport entre la dose érythémateuse minimale (DME) mesurée sur peau protégée et la DME mesurée sur peau non protégée (Kollros, 2018).

$$FPS = \frac{\text{Dose érythémateuse minimale en zone protégée}}{\text{Dose érythémateuse minimale en zone non protégée}}$$



Figure 8 : Les différentes étapes du test SPF in vivo (Lorquin, 2020)

Tableau 4 : Valeurs de SPF recommandées par ISO-COLIPA (Lorquin, 2020)

Catégorie indiquée	Facteur de protection indiquée	Facteur de protection solaire mesuré	Ratio SPF/PF-UVA	Longueur d'onde critique minimale recommandée
Protection faible	6	6 / 9,9	≤ 3	370 nm
	10	10 / 14,9		
Protection moyenne	15	15 / 19,9		
	20	20 / 24,9		
Haute protection	30	30 / 49,9		
	50	50 / 59,9		
Très haute	50+	60 ≤		

Dans les conditions réelles d'utilisation des produits de protection solaire, la sueur ou divers frottements avec du sable ou des serviettes de plage réduiront l'effet de protection solaire. Le SPF n'est pas garanti pour prévenir les effets à long terme des UVA sur la peau. Les rayons UVA étant responsables d'effets cutanés à long terme, il est également impératif de leur assurer une protection minimale. Son facteur doit correspondre au moins au tiers du SPF indiqué. De plus, la longueur d'onde minimale de protection doit être au moins égale à 370 nm pour garantir une protection contre les rayons UVA longs. Ces différents paramètres sont regroupés en catégories de protection. La catégorie de protection de chaque produit de protection solaire (faible protection, moyenne protection, haute protection ou très haute protection) doit être indiquée visiblement sur l'étiquette (Kollros, 2018). Les catégories de protection solaire de ces différents paramètres sont indiquées dans le tableau n° 6

Tableau 5 : Les différentes catégories de protection solaire (Kollros, 2018)

Catégorie de protection indiquée sur l'étiquette	SPF	% d'UV arrêtés	Facteur de protection UVA minimal recommandé	Longueur d'onde critique minimale recommandée
Faible protection	6	83%	Correspondant au moins à 1/3 du SPF indiqué sur l'étiquetage 	370 nm
	10	90%		
Protection moyenne	15	94%		
	20	95%		
	25	96%		
Haute protection	30	97%		
	50	98%		
Très haute protection	50+	98%		

Chapitre III : Généralités sur les huiles végétales

Chapitre 3 : Généralités sur les huiles végétales

I -1- Généralités sur les huiles végétales :

-Les huiles végétales représentent un vaste ensemble très varié de corps gras d'origine, de composition, de qualité et de goûts différents. Celles-ci sont présentées selon leurs caractéristiques physico-chimiques, leur mode de fabrication, leur composition en acides gras, en vitamines, en composés mineurs, leur intérêt nutritionnel et leurs usages. Les huiles végétales comprennent les huiles liquides et les huiles solides (graisses concrètes). Les huiles ont des usages différents et toutes ont leur intérêt. Il convient donc de varier régulièrement leur utilisation. Les huiles végétales ont une double fonction : Nutritive, sources d'acides gras divers, mais aussi de vitamines et de molécules diverses et Hédonique, conférant sapidité aux aliments et plats qu'elles accompagnent (**Lecerf, 2011**).

I -2- Définition de l'huile végétale :

L'huile végétale est un mélange liquide ou semi-liquide à température ambiante, de substances hydrophobes, non volatiles et solubles dans les solvants organiques apolaires ou peu polaires. Elle est constituée d'acides gras insaturés. Selon son origine, elle peut avoir différentes couleurs et différentes odeurs (**Petrović, 2008**).

I -3-Localisation des huiles végétales :

Les huiles végétales appartiennent à la classe des lipides retrouvés dans des cellules spéciales localisées principalement dans les graines ou le noyau et se trouvent enfermées dans les cellules oléifères sous forme de petites gouttes. Chez les plantes, elles jouent le rôle de réserves pour la germination et également dans la synthèse du péricarpe de certains fruits . Les huiles végétales sont localisées aussi dans l'enveloppe charnue des fruits (**Salas et al., 2009**).

I -4-L'utilisations des huiles végétales :

Au-delà du secteur agro-alimentaire, les huiles végétales sont utilisées dans différents domaines de l'industrie tels que les secteurs cosmétiques, pharmaceutiques ou chimiques. On les différencie généralement par leur point de fusion. Les huiles végétales sont le complément indispensable des huiles essentielles en aromathérapie, en cosmétologie et dans le domaine

alimentaire. Elles sont connues pour leur activité antimicrobienne ou antifongique (Lecerf, 2011).

Certains extraits végétaux sont des molécules filtrantes naturelles. C'est le cas notamment d'un certain nombre d'huiles végétales. Ces extraits végétaux peuvent absorber jusqu'à 20% du rayonnement UV, ce n'est pas suffisant pour assurer une bonne protection s'ils sont utilisés seuls, mais ils constituent un élément marketing important et sont souvent ajoutés dans les formulations des produits solaires en tant qu'excipient (Kollros, 2018).

I -5-Compositions et caractéristiques chimiques des huiles végétales :

D'un point de vue chimique, les huiles végétales sont principalement composées d'un mélange de triglycérides (95-99%, trois acides gras estérifiés avec le glycérol) (figure 9), avec quelques quantités mineures de diacylglycérols, de monoacylglycérols (< 5%), phytostérols (Garcia Mendoza, 2020).

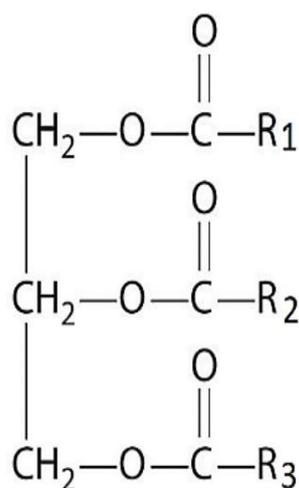


Figure 9 : Structure générale des triglycérides (Francès, 2019).

Les chaînes carbonées R1, R2 et R3 sont majoritairement des acides gras.

La position et la nature des acides gras sur le glycérol, formant la structure des triglycérides, conditionnent les propriétés rhéologiques, physiques, comme les changements d'état, et chimiques, comme la stabilité oxydative. L'indice de saponification permet de déterminer la longueur moyenne de la chaîne des acides gras dans les triglycérides (Francès, 2019).

Les huiles contiennent également d'autres composés en proportion variable comme des protéines, des phospholipides (figure 10), des stérols libres et estérifiés, des alcools triterpéniques, des carotènes, des tocophérols, des tocotriénols, des chlorophylles, des polyphénols, certains pigments, des hydrocarbures ainsi que des traces de métaux (Garcia Mendoza, 2020).

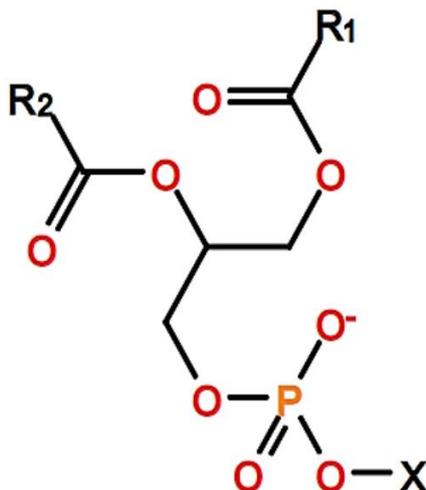


Figure 10: Structure des phospholipides (Francès, 2019).

Les phospholipides, aussi appelés mucilages ou gommés. Ce sont des composés amphiphiles, formés d'une molécule de glycérol liée à deux acides gras, hydrophobes, et à un groupement phosphate, hydrophile. Ces composés sont responsables de l'apparition de trouble et de coloration dans l'huile (Francès, 2019).

Les huiles peuvent également contenir des vitamines liposolubles, les acides gras (AG) constitutifs des TAG différent entre eux par la longueur de la chaîne carbonée et le nombre de doubles liaisons entre 2 atomes de carbone (C), ces liaisons se trouvant naturellement sous la forme cis (ou Z). Les acides gras à chaînes courtes (AGCC : 4 à 6 atomes de C), moyennes (AGML : 8 à 12 C), longues (AGCL : 14 à 18 C) et très longues (AGCTL : 20 C ou plus). Ils peuvent être saturés (AGS) c'est-à-dire sans aucune double liaison, mono-insaturés (AGMI) ou polyinsaturés (AGPI) selon le nombre de doubles liaisons. Les huiles végétales se caractérisent par leur composition en ces différents acides gras: saturés AGS, mono-insaturés AGMI et polyinsaturés AGPI (Cuvelier et Maillard, 2012).

Globalement, la composition de l'huile est strictement dépendante des caractéristiques et de la qualité de la matière première d'origine (Garcia Mendoza, 2020).

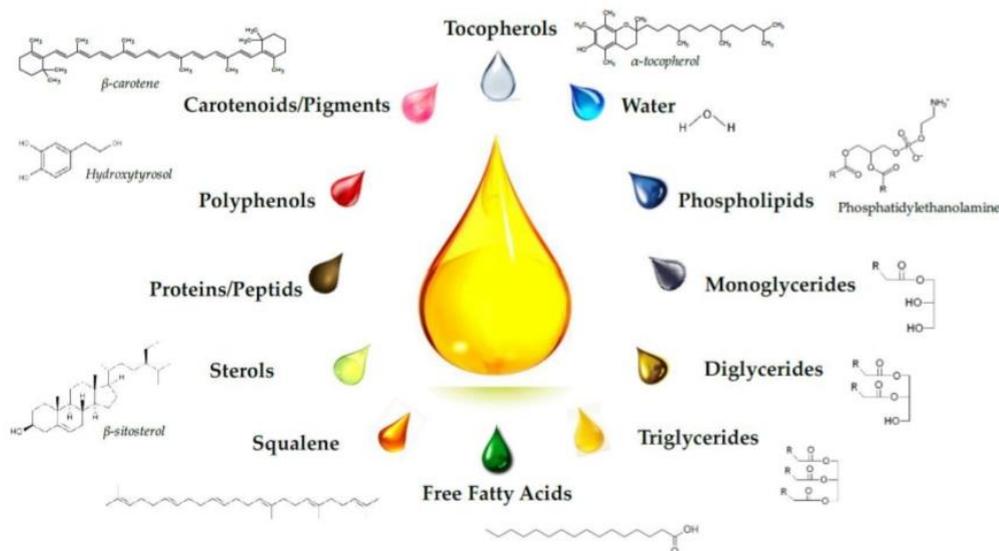


Figure 11 : Composition générale des huiles végétales (Garcia Mendoza, 2020)

I-6- Classification des huiles végétales :

Les huiles végétales peuvent se diviser en 4 groupes, l'indice d'iode à les discriminer : Les huiles dites saturées : indices d'iode de 5 à 50 (l'auriques, palmitiques, stéarique), Les huiles mono-insaturées (semi-siccatives): indices d'iode de 50 à 100 (oléiques), les huiles di-insaturées (semi-siccatives) : indices d'iode de 100 à 150 (linoléique) et les huiles tri-insaturées (siccative) : indices d'iode >150 (linoléiques, éléostariques) (Vaitilingom, 2007).

Globalement, d'un point de vue a qualité carburant plus l'huile est saturée meilleure elle est. Ou, plus faible est son indice d'iode meilleure elle est. En revanche les huiles saturées présentent des températures de solidification élevées et posent ainsi des problèmes pratiques d'utilisation (Vaitilingom, 2007).

I-7-Stabilisation de la qualité des huiles au cours du stockage:

Plusieurs facteurs vont intervenir pour favoriser ou au contraire freiner les réactions d'oxydation de l'huile. Les conditions du stockage telles que la chaleur et la lumière vont bien sur augmenter la vitesse d'auto-oxydation. Conserver les huiles dans de bonnes conditions permet donc de maintenir leur qualité nutritionnelle, en garantissant une teneur en acides gras insaturés et la préservation des vitamines, ainsi que leur qualité sensorielle, en retardant l'apparition des composés volatils responsables de la note rance et premiers signes perceptibles d'une dégradation de l'huile. Ainsi, limiter l'exposition a la lumière, a la chaleur

ou réduire la disponibilité de l'oxygène en inertant les huiles sous azote s'avèrent être des moyens efficaces pour lutter contre leur oxydation. Une autre voie consiste à augmenter la rétention des antioxydants endogènes naturellement contenus dans les graines oléagineuses, comme les tocophérols (vitamine E) qui sont partiellement éliminés lors des opérations classiques d'extraction et de raffinage (Cuvelier et Maillard, 2012).

II - Méthode d'extraction les huiles végétales en laboratoire :

- L'extraction solide-liquide par solvant :

- **Méthode de soxhlet** : cette extraction est précédée de plusieurs étapes qui déterminent le rendement du procédé:

- Le décorticage : les graines sont décapsulées et décortiquées pour rendre l'extraction facile et éviter d'extraire la matière sèche sans intérêt.

-Le grillage : le grillage (à l'étuve, 105 OC) permet de faire évaporer l'eau contenue dans les graines sous forme d'humidité d'une part et d'autre part de dissocier les molécules d'huile, de coaguler les protéines pour faciliter la séparation de l'huile de réduire l'affinité de l'huile avec les surfaces solides, d'insolubiliser les phosphatides et d'augmenter la fluidité de l'huile. La température de grillage au four doit être comprise entre 80-105°C pour éviter de perdre les substances facilement destructibles ou vaporisables contenues dans l'huile.

- La mouture (broyage) : Elle permet de donner aux graines le maximum de surface en contact avec le solvant et améliorer ainsi le rendement de l'extraction. Un broyage excessif qui transforme les graines en pâte réduit le rendement de l'extraction car le solvant est retenu par la matière pâteuse.

-Extraction de l'huile de «la matière pâteuse» à l'aide d'un extracteur (soxhlet) continu à percolation par solubilisation de l'huile dans l'hexane (Solvant organique).

(Haïdara, 1998)

L'extracteur de Soxhlet : est un appareil spécialement conçu pour l'extraction continue solide-liquide à l'aide d'un solvant (éther, pentane, hexane, dichloroéthane ...). Il est à noter que la durée de l'extraction dépend de la rapidité avec laquelle le réactif diffuse dans le solvant. L'avantage de ce procédé est que le solvant condensé s'accumule dans un réservoir à siphon,

ce qui augmente la durée de contact entre le solvant et le produit à extraire. Quand le solvant atteint un certain niveau, il amorce le siphon et retourne dans le ballon en entraînant la substance dissoute. Après cette étape d'extraction, le solvant est séparé de l'huile à l'aide d'un rota-vapeur, ce qui permet en même temps de récupérer le solvant. (Haïdara, 1998)

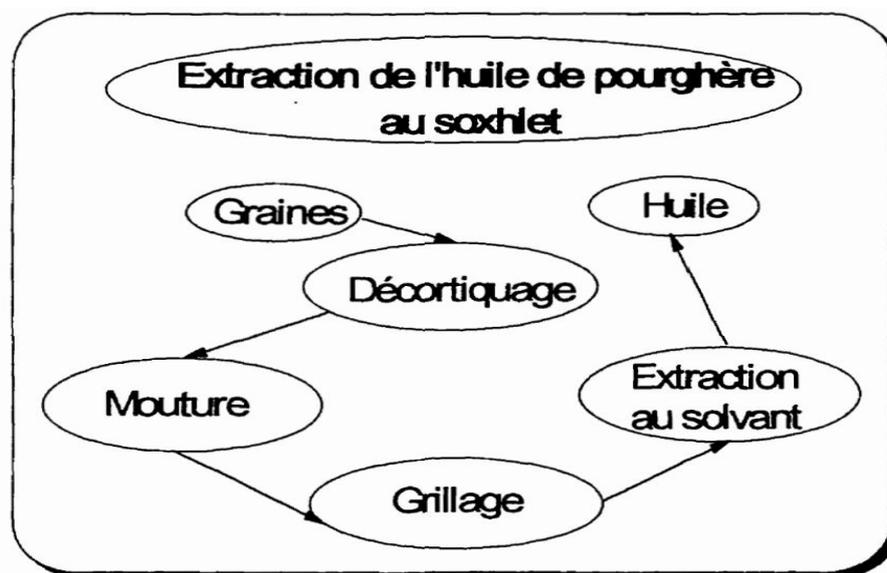


Figure 12: Etapes du processus d'extraction de l'huile de pourghère au Soxhlet (Haïdara, 1998)

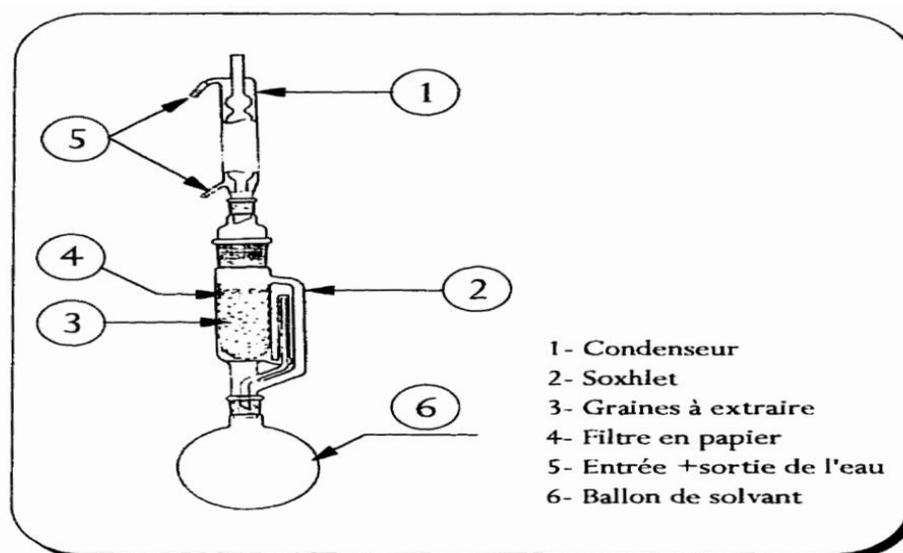


Figure 13 : Montage d'un extracteur de Soxhlet (Haïdara, 1998)

Chapitre IV : Généralités sur la plante étudiée – le blé

Chapitre 4 : Généralité sur la plante étudiée - le blé

I-Généralité :

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre de *Triticum* de la famille des Gramineae. Constitué d'une graine et de téguments. On distingue deux espèces de blé : le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (Calvel, 1984) ; (Šramkova et al., 2009).

Les différences entre blé dur et blé tendre sont résumées dans le tableau 6 :

Tableau 6 : Différences entre un blé tendre et un blé dur (Aidani, 2015)

Caractères	Blé tendre	Blé dur
Prédominance	Amidon	Protéines
Forme	Texture opaque Structure de l'amande farineuse	Texture vitreuse
Utilisation	Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuites	Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaire

I-1-Historique :

Les grains de blé sont de forme ovoïde, plus ou moins allongée, de poids entre 20 et 50 mg, de longueur comprise entre 5 et 8 mm, de largeur entre 2 et 4 mm, et d'épaisseur entre 2,5 et 3,5 mm et son examen révèle (figure14).

- Face dorsale plus ou moins bombée.
- Face ventrale, comportant un sillon profond
- Partie supérieure, de courts poils forment la brosse
- Partie inférieure, le germe est visible sur la face dorsale.
- Couleur des blés vari du roux au blanc, en rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture, et le climat [(Šramkova et al., 2009) ; (Jacquemin, 2012)].

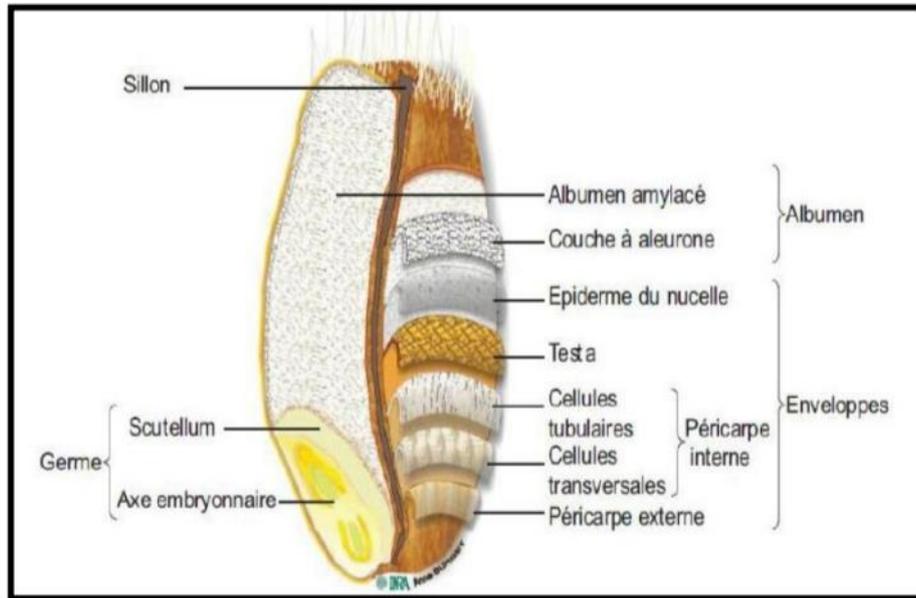


Figure 14 : Structure histologique du grain de blé (Bounneche, 2015)

Le blé est une matière première stratégique qui joue depuis l'origine des civilisations antiques un rôle central pour le développement des sociétés et l'organisation des relations de pouvoir. Sa culture localisée dans les territoires qui bénéficient des avantages naturels de la géographie, comme l'eau et des sols fertiles, sans oublier un climat tempéré. Pour beaucoup de botanistes, l'origine du blé se trouve au Moyen-Orient. Il n'en est pas moins certain que la culture du blé est ancienne. Cela fait des millénaires que cette céréale est donc produite et consommée. Son extension géographique est liée aux caractéristiques d'une plante qui s'adapte à des climats variés, même si la préférence va à ceux des régions tempérées où le régime des pluies est régulier. Une donnée géographique fondamentale sur le blé doit être soulignée : des moissons ont lieu toute l'année sur le globe mais selon des calendriers différents. Les régions productrices de blé sur le globe se distribuent les saisons, dans un mouvement de balancier entre hémisphère Nord, où l'on récolte l'été, et hémisphère Sud, où les moissons ont lieu l'hiver. Cette production tout au long de l'année donne au commerce du blé une relative stabilité, car il se retrouve a priori disponible à tout moment (Abis, 2015).

I-2- Classification botanique :

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui obéit à la classification suivante :

Range : végétales

Embranchement : Spermaphytes

S/Embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Ordre : Poales

Famille : Placée

Genre : *Triticum*

Espèce : *Triticum durum* Desf. (**Bonjean et Picard, 1990**).

I-3- Origine génétique :

Le groupe diploïde ($2n = 14$ chromosomes) ou groupe de *Triticum monococcum* (engrain, en langage courant). Le groupe tétraploïde ($2n = 28$ chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccum* (amidonnier), dans lequel on trouve *T. durum* (blé dur), Le groupe hexaploïde ($2n = 42$ chromosomes) ou groupe de *Triticum sativum*, auquel appartient *T. sativum* (blé tendre), ou encore appelé *T. vulgare* (**Clément, 1981**).

II- Germe de blé :

II-1-Description :

Le germe est la composante principale de grain de blé. La plupart des nutriments à l'exception de l'amidon sont concentrés dans le germe (**Umair et al., 2008**) ; (**Hassan et al., 2010**). Il est situé à la base du grain, du côté opposé à la brosse. Il est formé de deux parties : l'embryon ou plantule qui donnera naissance à une nouvelle plante et scutellum, sorte de coquille elliptique qui entoure la plantule et qui la sépare de l'amande farineuse (**Fatma et al., 2010**). Le germe de blé se présente sous forme de plaquettes écrasées minces de teinte jaune, vif légère à reflet verdâtre, de 3 à 6 mm de dimension, de forme irrégulière et légèrement allongée. Sa saveur est sucrée et grasse, rappelant la noix fraîche incomplètement mûre (**Kiger et Kiger, 1967**).

II-2- Composition chimique du germe de blé :

Le germe de blé est la composante principale de grain de blé. La plupart des nutriments à l'exception de l'amidon sont concentrés dans le germe (Tableau7) (Umair et al., 2008 ; Hassan et al., 2010).

Tableau 07 : Composition biochimique du germe de blé (en g pour 100 g de matière digestible) (Srivastava et al., 2007) ; (Kumar et al., 2011)

Paramètres	Humidité (%)	Protéine totaux (%)	Lipids totaux (%)	Cende	Fibres (%)		Vitamine E mg/100g	Carbohy-drate (%)
					Soluble	Insoluble		
Germe de blé	11,4 ±0,2	25,11-31,4± 0,5	7,3-9±0,2	4,2±0,1	2,8± 0,1	15,6±0,2	15,80-22,0	51,99±1,0

a. Protéines :

Le germe de blé contient 25,1– 31,4% (ms) de protéines les quelles sont représentées surtout par des globulines 18,9 % et des albumines 30,2 % et contiennent moins d'acide glutamique et de proline que les protéines du gluten mais leur teneur en lysine est beaucoup plus élevée alors que les gliadines et les gluténines contiennent une faible teneur en acides basiques (Tableau 08) (Feillet, 2000) ; (Dunford, 2005) ; (Srivastava et al., 2007) ; (Kumar et al., 2011).

Ces protéines contiennent des niveaux élevés d'acides aminés essentiels de haute qualité Valeurs biologiques telles que la lysine, la méthionine et la thréonine qui sont absents dans de nombreuses protéines d'autres céréales. Les matières azotées non protéiques représentent entre 11,3 à 15,3 % et sont constituées de l'asparagine, l'allantoïne, la lécithine et le glutathion comme les polyamines et l'hémoprotéines (Cornell, 2003).

b. Lipides :

La teneur en lipides du germe se trouve comprise dans l'intervalle 7,3 - 9% (Srivastava et al., 2007) ; (Kumar et al., 2011). Ces corps gras sont constitués de lipides polaires et non polaires dans des proportions respectives de l'ordre de 4,88 % et de 23,97 % des lipides totaux du grain de blé. Les lipides polaires contiennent surtout des glycolipides et phospholipides dans des valeurs respectives 0,53 % et 4,35 % des lipides du germe du blé. Par contre, les

lipides non polaires sont représentés surtout par des triglycérides (**Berger, 1982**). Les lipides du germe comportent des acides gras dont les proportions sont indiquées dans le tableau 08.

Tableau 8 : Composition en acide gras du germe brut (g pour 100g de matière sèche)
(**Megahed, 2011**)

Acide gras	Teneurs(%)
Acide palmitique	18,5
Acide stéarique	0,40
Acide palmitoleique	0,70
Acide oleique	17,3
Acide linoléique	57,0
Acide linoléique	5,20

c. Carbohydrates :

- Mono et disaccharides : Ils sont sous forme de glucose, de saccharose et de raffinose, dont leurs proportions sont respectivement 5 g et 7 g pour 100 g de la matière brute (**Kiger et Kiger, 1967**).

-Fibres : Les fibres insolubles représentent environs 15-16 % sur base sèche (ms) (**Srivastava et al., 2007**).

-Amidon : Il se trouve en petites quantités dans les cellules de l'embryon mais non dans le scutellum (**Kiger et Kiger ,1967**).

d. Stérols végétaux :

Le germe de blé est une matrice très compacte. Il ne représente que 2 à 3 % du poids de la graine entière mais contient à lui seul de 15 à 20 % des isoflavones totales de la graine et présente aussi une plus forte concentration en saponines, phytostérols que les cotylédons (**Godon et al., 1991**) ; (**Hubert, 2006**).

Les phytostérols végétaux ont une structure chimique similaire à celle du cholestérol, comportant un noyau stéroïdien 3- β -hydroxylé. Les principaux stérols végétaux du germe de blé sont le sitostérol (24- α -éthylcholesterol), le campesterol (24- α -méthylcholesterol) et le stigmasterol (Δ 22, 24- α -éthylcholesterol) (Hubert, 2006) ; (Hemery et al., 2007). Les stérols qui ont un rôle de diminution du niveau de cholestérol dans le sérum sont aussi concentrés dans le germe de blé (Nystrom et al., 2007).

e. Minéraux :

La composition en matières minérales du germe de blé est excitée dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Eléments minéraux du germe (mg pour 100 g de germe) (Favier et al., 1995)

Sodium (Na)	Magnésium (Mg)	Phosphore (P)	Potassium (K)	Calcium (Ca)	Fer (Fe)
9	250	971	871	55	7,6

f. Vitamines :

Les vitamines liposolubles sont majoritaires dans le germe de blé en raison de sa teneur élevée en lipides. Le germe de blé est surtout riche en vitamine E (Tableau 10) (Souci et al., 1995)

Tableau 10 : Proportion des vitamines en mg pour 100 g de germe de blé brut (Souci et al., 1995)

B1	B2	B6	E	Niacine	B5	Caroténoïdes
2,01	0,720	0,492	31 ,06	4,52	1,00	0,062

g. Enzymes :

Les enzymes sont des protéines socialisées dans la catalyse des réactions biologiques Leur action est extrêmement spécifique d'une part, a regard du type de réaction à effectuer (hydrolyse, réduction, oxydation) et d'autre part de la structure et de la géométrie des

substances concernées. Parmi les enzymes disponibles au niveau du germe on a surtout les lipoxygénases lipases et (Srivastava et al., 2007).

La répartition des enzymes dans le germe est représentée dans le tableau 11

Tableau 11 : Répartition des enzymes dans le germe de blé (Nurt, 1991)

Les enzymes	Germe
Lipase	+++
Protéase	+++
Lipoxygénase	+++
Oxydase	+++
Estérase	++
β amylase	+

+++ : présence importante, ++ : présence notable, + : présence.

III. Huile de germe de blé :

III.1 Définition :

Le blé a des propriétés antibiliaires, antihydrotiques, antipyrétiques, antivegieuses, sédatives, cutanées et gastriques. L'huile de germe de blé est une huile non raffinée très riche, les sources les plus riches en vitamine E (Kumar et al., 2011).

III.2. Utilisation de l'huile de germe de blé :

- L'huile de germe de blé est connue pour son utilisation multiple notamment dans les aliments comme ingrédient de préparation, des exploitations biologiques comme Etude bibliographique agents de contrôle des insectes, dans les produits pharmaceutiques et dans le domaine de la cosmétique (Piras et al., 2009).
- Les résultats enregistrés à partir des différentes études ont confirmé les effets bénéfiques de cette huile végétale essentiellement en raison de leur teneur élevée en

acides gras insaturés et de leurs composants bioactifs précieux qui ont été générés pour réduire les risques de maladie cardiovasculaire (**Leenhardt et al., 2008**).

- L'huile de germe de blé est aussi très appréciée pour sa haute teneur en acides gras insaturés constitués principalement de l'acide linoléique (18:2) et linoléique (18:3), et sont des acides qui ont une grande importance dans le métabolisme humain et qui ne sont pas synthétisés par l'organisme (**Yuldasheva et al., 2010**).
- L'huile a la capacité de promouvoir l'endurance physique et retarde le vieillissement (**Leenhardt et al., 2008**).

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

Notre travail a été réalisé au sein du laboratoire de biochimie du département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen. Une partie de ce travail a été effectuée au niveau du Laboratoire Antibiotiques, Antifongiques : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique (**LAPSAB**) de l'Université de Tlemcen.

L'objectif de notre étude, consiste à déterminer l'efficacité anti-UV des huiles végétales de germe de blé dans une crème de base préparée préalablement. Le rendement d'huile de germe de blé dur de la région de Tlemcen a été déterminé, ainsi qu'une étude par spectrophotomètre pour la détermination de différentes absorbances dans le domaine ultraviolet a été effectuée. Ensuite nous avons préparé une crème à base de cette huile végétale pour évaluer et déterminer son facteur de protection in vitro.

I. Matériel :

I.1. Matériel végétal :

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) a été acheté d'un agriculteur dans la région de Tlemcen au mois de mai 2022 (figure 15)



Figure 15 : Grains de blé dur *Triticum durum* Desf

I.2. Matériel de laboratoire :

- Balance analytique
- Bechar
- Eprouvette
- Soxhlet
- Rota vapeur
- Spectrophotométrie
- Vortex
- Des tubes à hémolyse
- Pipette

I.3. Réactifs chimiques et solvants :

- Hexane
- Eau distillée
- Ethanol

II. Méthodes

II.1. Extraction de germe de blé :

La méthode la plus simple pour séparer le germe à partir de son grain est par la macération (extraction solide-liquide), on va faire l'humidification de 200g des grains avec l'eau distillée pendant 2 heures (**Dunford et Zhang, 2003**).



Figure 16 : L'humidification de grains de blé



Figure 17: Germe de blé après 2h d'humidification

II.2. Extraction d'huile de germe de blé :

L'extraction d'huile de germe a été réalisée par la méthode de Soxhlet qui est une méthode de macération discontinue. La quantité de matière végétale dans la cartouche de cellulose était de 4,31 g qu'était ensuite placée dans l'extracteur Soxhlet auquel sont fixés en partie haute un fluide frigorigère et dans la partie inférieure un ballon à col rodé contenant 200 ml d'hexane. Le cycle a été répété plusieurs fois jusqu'à épuisement complet. Après 7h d'extraction, l'extrait (hexane+huile) est prélevé et placé dans un évaporateur à température de 48°C pour que le solvant soit complètement évaporé (**López-Bascón et De Castro, 2020**).

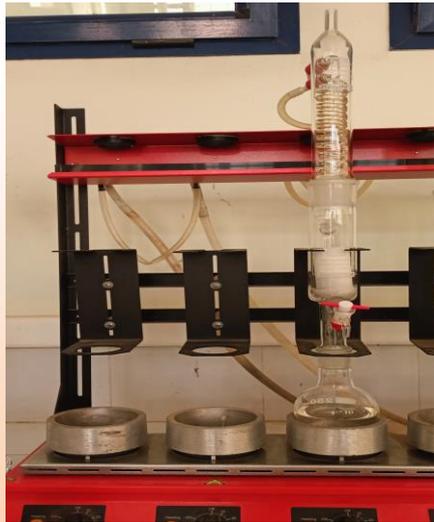
Le schéma ci-dessous résume les étapes d'extraction des huiles végétales de germe de blé.



4,31g de germe de blé dur dans
une cartouche d'extracteur

+

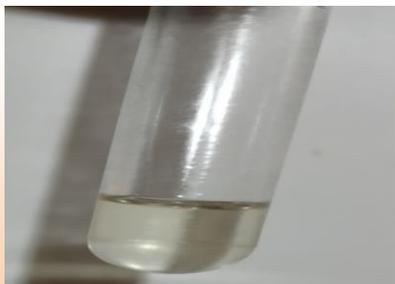
200ml d'hexane dans un ballon
d'extracteur.



Extraction d'huile de
germe de blé par
appareil de Soxhlet à
température 40°C,
avec plusieurs cycles
répétés jusqu'à
l'épuisement complet.



A la fin de l'extraction, l'extract
a été placé dans un ballon de
Rotavapeur, et à température
de 48°C le solvant soit
complètement évaporé.



Dans la fin, nous obtenons de l'huile
de germe de blé.

Figure 18 : les étapes d'extraction des huiles végétales de germe de blé

II.3. Détermination de rendement :

Le rendement d'extrait a été calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = 100 (M_{\text{ext}}/M_{\text{éch}})$$

- R : le rendement en %.
- M_{ext} : la masse de l'extrait après évaporation du solvant en g.
- $M_{\text{éch}}$: la masse sèche de germe de blé en g (**Falleh et al., 2008**).

III. Détermination de SPF (Sun Protection Factor) :

Le facteur de protection solaire (SPF) est la donnée la plus importante pour quantifier l'efficacité d'un écran solaire, étant universellement acceptée. La méthode est basée sur la détermination de la dose érythémateuse minimale (DEM), définie comme la plus petite quantité d'énergie nécessaire pour déclencher l'érythème, dans les zones de peau protégées et non protégées. La valeur SPF est ensuite calculée comme le rapport entre la DEM de la peau protégée et non protégée. La première publication d'une méthode de détermination du SPF a été présentée en 1978 par l'agence américaine FDA, suivie par d'autres publications de la FDA et d'autres agences internationales de réglementation. Bien que considérée comme la méthode de référence pour la quantification de l'efficacité solaire des produits topiques, il existe des controverses dans la littérature sur la méthode de détermination du SPF et les implications des conditions réelles d'utilisation dans la protection atteinte en pratique par les utilisateurs (**Schalka et Reis, 2011**).

III.1- Huile de germe de blé :

Nous avons dilué 0,1 % de l'huile de germe de blé dans une solution d'éthanol 100%. Par la suite, les valeurs d'absorbance d'échantillon préparé ont été déterminées de 290 à 320 nm, à des intervalles de 5 nm, en prenant comme blanc une solution d'éthanol à 100 %, à l'aide du spectrophotomètre UV-Visible (**Montenegro et Santagati, 2019**).

Mansur et al. (1986) ont développé une équation mathématique très simple qui remplace la méthode in vivo proposée par **Sayre et al. (1979)**, en utilisant l'UV spectrophotométrie

Matériel et méthodes

pour l'étude des valeurs d'absorbance observées à des intervalles de 5 nm (290-320 nm) qui'ont été calculées en utilisant la formule suivante :

$$SPF_{\text{spectrophotometric}} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) Abs(\lambda)$$

Où CF = facteur de correction (10), EE (λ) = effet érythmogène du rayonnement avec la longueur d'onde λ , Abs (λ) = valeurs d'absorbance spectrophotométrique à la longueur d'onde λ . Les valeurs de EE \times I (I : est le spectre d'intensité solaire) sont des constantes. Ils ont été déterminés par **Sayre et al. (2005)** et sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12: Fonction produit normalisée utilisée dans le calcul du SPF (**Sayre et al., 2005**)

Longueur d'onde	EE*I (normalisé)
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0.0180

III.2- Crème à base d'huile de germe de blé :

A- préparation de la formulation de la crème :

Nous avons préparé une crème de type huile dans l'eau. En effet, la crème qui a été préparée contient deux phases, une phase aqueuse comporte l'eau de rose et une phase huileuse comporte l'huile d'amande et un émulsifiant pour mélanger les deux phases, il s'agit de la cire. Les pourcentages de chaque ingrédient sont indiqués dans le tableau 13.

Tableau 13: La formulation de la crème

Ingrédient	Pourcentage
Eau rose	35%
Huile d'amande	55%
La cire	10%

B- Détermination du SPF de la crème in vitro :

Pour la détermination du SPF, trois échantillons ont été préparés :

- Le premier contient une quantité de 5g de la crème préparée a été pesée, et diluée avec l'éthanol, qui représente le témoin négatif.
- Le deuxième contient 5g de la crème préparée plus 1% d'huile de germe de blé, et ils sont dilués avec l'éthanol.
- Le troisième contient 5g de la crème préparée plus 2% d'huile de germe de blé, et ils sont dilués avec l'éthanol

Les spectres d'absorbance des échantillons, sous forme de solutions, sont obtenus par balayage dans une plage de 290nm à 320nm, tout les 5nm d'intervalle, en prenant comme blanc une solution d'éthanol à 100 %.

Résultats et discussion

I. Détermination des rendements :

I.1. Rendement de préparation de germe de blé dur :

L'huile végétale du germe de blé dur, obtenu par macération de 200 g de blé dur dans l'eau distillée pendant 2h, a donné un rendement 2,15%. Ce résultat est confirmé par les études de **Dunford et Zhang (2003)** et **Feillet, (2000)** qui ont enregistré un rendement de germe de blé à partir les graines d'environ 2 et 3 %, respectivement.

I.2. Rendement d'huile de germe de blé dur :

Le rendement de l'huile végétale de germe de blé dur obtenue par Soxhlet était de 16,93% par rapport à la matière sèche du germe, et présentait une couleur jaune très claire. Ce rendement est élevé comparativement aux résultats de **Dunford et Zhang (2003)** qui ont trouvé une valeur de rendement de 11%.

La composition de l'huile de germe de blé est fortement influencée par les conditions de production. Il existe plusieurs méthodes d'extraction de cette huile végétale. Nous pouvons citer :

- La macération avec une autre huile végétale
- La première pression à froid
- L'extraction par solvant.

III. Détermination du SPF par spectrophotomètre :

III.1-Huile de germe de blé:

Le FPS est une mesure quantitative de l'efficacité d'une formulation de crème solaire. Dans cette étude, la formulation de crème contenant l'huile végétale de germe de blé a été évaluée pour l'activité de protection solaire en utilisant la méthode SPF in vitro. La valeur SPF est indiquée dans les tableaux 14 et 15.

Résultats et discussion

Tableau 14: Résultat d'absorbance spectrométrique UV d'huile de germe de blé

	290nm	295nm	300nm	305nm	310nm	315nm	320nm
Abs(λ)	0,5262	0,3780	0,3024	0,2412	0,1789	0,1500	0,1248

Le SPF déterminé de l'huile de germe de blé est : 1,75, ce résultat montre que l'huile de germe de blé a une protection contre les rayons UVB, ces résultats sont en accord avec ceux de **Kaur et Saraf (2010)** qui ont trouvé des valeurs du SPF de l'ordre de 2 pour l'huile de sésame et autour de 3 pour l'huile de chaulmoogra.

Détermination du SPF de la crème in vitro :

Les résultats des valeurs d'absorbance spectrophotométrique UV de la crème avec des différents pourcentages d'huile de germe de blé sont présentés dans le tableau 15.

Tableau 15: Résultats d'absorbances spectrométrique UV de la crème avec chaque de différentes concentrations de l'huile végétale de germe de blé

	290nm	295nm	300nm	305nm	310nm	315nm	320nm
Abs(λ) avec 0% d'huile de germe de blé	1,5880	1,0928	0,8017	0,648	0,5128	0,423	0,3476
Abs(λ) avec 1% d'huile de germe de blé	1,7652	1,2037	0,8918	0,7206	0,5640	0,4692	0,3847
Abs(λ) avec 2% d'huile de germe de blé	1,9442	1,3376	0,9975	0,8156	0,6485	0,5418	0,4480

Résultats et discussion

Le SPF de la crème avec chaque pourcentage d'huile de germe de blé présenté sur le tableau 16.

Tableau 16 : Le SPF de la crème avec chaque pourcentage d'huile de germe de blé

	0% d'H de germe de blé	1% d'H de germe de blé	2% d'H de germe de blé
SPF	4,85	5,3	6,08

Le SPF est une approche quantitative pour mesurer l'efficacité d'une formulation de crème solaire. Plus le pourcentage d'huile de germe de blé est élevé, plus la valeur d'absorbances spectrométrique UV de la crème augmente. Plus le SPF est élevé, plus la protection solaire offre une protection contre les rayons UV responsables des coups de soleil.

En comparant la valeur SPF obtenue à partir de la formulation de la crème à 2% de l'huile végétale avec les autres valeurs, il est évident que la crème aura la propriété de bloquer les rayonnements UV, reflétant finalement l'activité solaire globale de la crème. Cela peut être dû à la présence des terpènes, de flavonoïdes, de flavones, d'acide phénolique ainsi que d'autres phytoconstituants de cet extrait utilisé dans la formulation. Les flavonoïdes et les composés phénoliques ont été signalés comme des composants fonctionnels dans cette plante (**Ben Moussa et Sifi, 2020**).

Plusieurs aspects affectent la détermination des valeurs SPF, par exemple, l'utilisation de différents solvants dans lesquels les écrans solaires sont dissous ; la combinaison et la concentration de l'ingrédient ; la nature de l'émulsion, l'effet et les interactions des diluants, tels que les esters, les émoullients et les émulsifiants utilisés dans les formulations ; l'interaction du véhicule avec la peau ; ajout d'autres ingrédients actifs; le système de pH et de nombreux autres facteurs qui peuvent augmenter ou diminuer l'absorption UV de la crème solaire. Les excipients et autres ingrédients actifs peuvent également produire des bandes d'absorption des UV, interférer avec celles des filtres solaires UVA et UVB. Pour être efficace dans la prévention des coups de soleil ainsi que d'autres dommages cutanés, un produit de protection solaire doit avoir une large plage d'absorption entre 290 nm et 400 nm. La méthode spectrophotométrique UV proposée est simple, rapide, utilise des réactifs à faible coût et peut être appliquée pour la détermination in vitro des valeurs SPF dans de nombreuses formulations cosmétiques (**Imam et al., 2015**).

Bien que l'efficacité d'une formulation de crème solaire ait été évaluée par des tests *in vivo*, elle est non seulement fastidieuse mais implique également des problèmes éthiques (**Bambal et Mishra, 2014**). La valeur SPF pour un écran solaire supérieure à 2 est considérée comme ayant une bonne activité solaire (**Kale et al., 2011**). Dans la présente étude, la formulation de la crème avec 2% de l'huile végétale de germe de blé s'est avérée avoir une bonne activité de protection solaire 6.08 et peut donc être considérée comme un bon candidat à des fins de protection solaire ou de cosmaceutique. Ainsi, pour développer des filtres solaires à SPF élevé, le formulateur doit connaître les propriétés physico-chimiques, non seulement l'absorbance UV des actifs, mais également les diluants, tels que les esters, les émoullients et les émulsifiants utilisés dans les formulations.

Conclusion générale

Conclusion générale

La méthode spectrophotométrique UV proposée est simple, rapide, et rentable et peut être utilisée dans la détermination in vitro de la valeur SPF dans de nombreuses formulations cosmétiques au cours de processus de protection. Notre étude a montré que l'huile végétale de germe de blé a une activité de protection contre les rayons UVB et qu'elle peut donc être utilisée dans des formulations de protection solaire. Plus leur pourcentage est élevé dans la formulation, plus le SPF augmente.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ABED, S. S., DOUBA, O., M'hamed BOURSSIA, L. S., BENZAOUI, M. I., BEHAZ, G., HADDI, F., & OTHMANI, R. (2020). Conception et développement de l'application de l'indice de rayonnement Ultraviolet (UVI). *JAMA*, 4, 13-16.
- Abis, S. (2015). Le blé au cœur des enjeux géostratégiques mondiaux. *Hérodote*, (1), 125-137.
- Aidani, H. (2015). Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master en Agronomie Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen : 15p.
- Bambal, V., & Mishra, M. (2014). Evaluation of In Vitro Sunscreen Activity of Herbal Cream Containing Extract of *Curcuma Longa* and *Butea Monosperma*. *J. Pharm. Res*, 3(2), 3026-3035
- BAURES, C., BEDDA, S., GARDERES, E., MOREAU, L., RAULOT, M., & DELAMARE-LE DEIST, P. F. (2009). Les cosmétiques biologiques à la loupe. *Dossier santé*.
- BELAOUFI, F. E. (2016). Parabènes dans les produits cosmétiques quelles alternatives, quelle place des cosmétiques bio.
- Ben Moussa, R., & Sifi, H. (2020). Contribution à la caractérisation biologique d'huile de germes de blé (*Triticum durum* Desf) issus de région d'El-Oued.
- Berger, M. (1982). Les lipides de blé tendre. *Science des aliments* 2, 412-450.
- Bernard, G. (2007). Étude de substituts et de lipides cutanés par spectroscopie RMN à l'état solide, infrarouge et Raman.
- Bonjean, A. et Picard, E. (1990). Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection. Softword – Groupe ITM, Paris, 208p.
- BOUKHATEM, M. N., FERHAT, A., & KAMELI, A. (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. *Une*, 3(4), 1653-1659.
- Bounneche, H. (2015). Fric : technologie de fabrication et qualité'' mémoire de magister, département de technologies alimentaires, université Constantine 1.54 .
- Calvel, R. (1984). La boulangerie moderne. Editions EYROLLES, Paris, 460 p.
- Clément, J.M. (1981). Larousse agricole. 1207 p.
- Cornell, H. (2003). Bread Making, Improving Quality. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 608p.
- Cuvelier, M. E., & Maillard, M. N. (2012). Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 19(2), 125-132
- Deborde, A. S. (2013). Les cosmétiques bio: généralités, perception par l'équipe officinale et les professionnels du monde de l'esthétique (Thèse) université de Nantes faculté de pharmacie France.

Références bibliographiques

- Deschepper, R. (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie.
- D'Orazio, J., S. Jarrett, A. Amaro-Ortiz, and T. Scott. 2013. 'UV radiation and the skin', *Int J Mol Sci*, 14: 12222- 48.
- Dragomirescu, A. O., & Andrei, F. C. (2020). L'essentiel en dermopharmacie cosmétologie. L'essentiel en dermatopharmacie cosmétologie.
- Dréno, B. (2009, October). Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes. In *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*(Vol. 136, pp. S247-S251). Elsevier Masson.
- Drugs ., And Therapeutics.(2018).UVB, U. Ecrans solaires. Vol. 40 N° 19 (ML USA N° 1553).
- Dubois J, Demelin M. (2007). La peau : de la santé à la beauté - notions de dermatologie et de dermocosmétologie. Toulouse: Privat; 208 p.
- Dunford, N.T. (2005). Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright John Wiley & Sons, Inc. 3616 p.
- Dunford, N.T. et Zhang, M. (2003). Pressurized solvent extraction of wheat germ oil. *Food Research International*, 36(9-10), 905–909.
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray, B.N., Trabelsi, N., Boulaaba, M. and Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities, *C. R. Biologies*. 331, 372-379.
- Fatma, L.A., Amr, A.R., Abdel rahman, M.A. (2010). Additional Effect of Defatted Wheat Germ Protein Isolate on Nutritional Value and Functional Properties of Yogurts and Biscuits. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(8): 3139-3147.
- Favier, J.C., Ripert, J., Toque, C. et Feinberg, M. (1995). Répertoire général des aliments, table de composition. 2^{ème} édition. Ed ; Tec et Doc. Lavoisier. Paris.897 pages.
- Feillet, P. (2000). Le grain de blé, composition et utilisation. Institut national de la recherche agronomique, INRA, Paris : 308 p
- Francès, M. (2019). *Étude de la mise au point d'un vernis industriel à base de colophane et d'huile végétale* (Doctoral dissertation, Université de Pau et des Pays de l'Adour).
- Garcia Mendoza, M. D. P. (2020). *Enrichissement d'huiles végétales par des antioxydants de type phenolique en vue d'applications alimentaires* (Doctoral dissertation, Bordeaux).
- Girotti-Chanu, C. (2006). Étude de la lipolyse et de la synthèse de composés du derme sous l'effet de la cirsimarine, flavone extraite de *Microteadabilis* (Thèse, Lyon, INSA).
- Godon, B. et Willm, C. (1991). Les industries de première transformation des céréales. Technique et Documentation –Lavoisier : 656 p.
- Haïdara, A. O. (1998). *Valorisation d'une huile végétale tropicale: l'huile de pourghere*. Université de Sherbrooke.

Références bibliographiques

- Hassan, H.M.M., Afify, A.S., Basyiony, A.E. et Ahmed, G.T. (2010). Nutritional and Functional Properties of Defatted Wheat Protein Isolates. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2): 348-358.
- Hemery, Y., Rouau, X., Lullien, P.V., Barron, C. et Abecassis, J. (2007). Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science-ELSEVIER*, 327-347
- Hubert, J. (2006). Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja – Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. Mémoire de doctorat. École doctorale des Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bio ingénieries Spécialité : Qualité et sécurité des aliments. Institut National Polytechnique de Toulouse. 174 p.
- IMAM, S., AZHAR, I., & MAHMOOD, Z. A. (2015). In-vitro evaluation of sun protection factor of a cream formulation prepared from extracts of *Musa accuminata* (L.), *Psidium guajava* (L.) and *Pyrus communis* (L.). *IN-VITRO*, 8(3).
- Jacquemin, L. (2012). Production d'hémicellulose de pailles et de son de blé à une échelle pilote, étude de performance technique et évaluation environnementale d'un agro-procédé. 329 .
- Jahouache, W. (2002). *Décoloration des Huiles végétales Sur des Argiles: Etude de la stabilité Physico-chimiques des huiles décolorées* (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat, Université de Sfax).
- JHON.EM, 1994: spontaneous abortious among cosmetologists.
- Jouault, S. (2012). *La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine)
- Kadekaro, A. L., R. J. Kavanagh, K. Wakamatsu, S. Ito, M. A. Pipitone, and Z. A. Abdel-Malek. 2003. 'Cutaneous photobiology. The melanocyte vs. the sun: who will win the final round?', *Pigment Cell Res*, 16: 434- 47.
- Kale, S., Gaikwad, M., & Bhandare, S. (2011). Determination and comparison of in vitro SPF of topical formulation containing Lutein ester from *Tagetes erecta* L. flowers, *Moringa oleifera* Lam seed oil and *Moringa oleifera* Lam seed oil containing Lutein ester. *Int J Res Pharm Biomed Sci*, 2(3), 1220-4.
- Kaur, CD, & Saraf, S. (2010). Détermination in vitro du facteur de protection solaire des huiles végétales utilisées en cosmétique. *Recherche en pharmacognosie* , 2 (1), 22.
- Kiger, J.L. et Kiger, J.G. (1967). *Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime*. Edition, DUNO. Paris. 676 p
- Kiger, J.L. et Kiger, J.G. (1967). *Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime*. Edition, DUNO. Paris. 676 p
- Kollros, M. (2018). *Dermocosmétologie à l'officine: conseils et prévention* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

Références bibliographiques

- Kollros, M. (2018). *Dermocosmétologie à l'officine: conseils et prévention* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- Kumar, P., Yadava, R.K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R.K. et Yadav, S. (2011). Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat. *Life Sciences and Medicine Research*, 2011,10.
- Lambert, D. (2007). Phototypes et carnation. *Ann Dermatol Venereol.*;134:4S12-4S13.
- Laurent, P. E. (2008). Intra-dermal vaccine delivery: Will new delivery systems transform vaccine administration? *Vaccine*
- Laverdet, B., Girard, D., & Desmoulière, A. (2018). Physiologie de la peau, réparation cutanée et réaction stromale. *Actualités Pharmaceutiques*, 57(581), 20-23.
- Lecerf, J. M. (2011). Les huiles végétales: particularités et utilités: Vegetable oils: Particularities and usefulness. *Médecine des maladies Métaboliques*, 5(3), 257-262.
- Lecerf, J. M. (2011). Les huiles végétales: particularités et utilités (Vegetable oils: Particularities and usefulness). *Médecine des Maladies Métaboliques*, 5(3), 257-262.
- Leenhardt, F., Anthony, F., Bernard, L., Elyett, G., Edmond, R., Andrzej, M., Elisabeth, C., Christian, D. et Christian, R. (2008). Wheat Germ Supplementation of a Low Vitamin E Diet in Rats Affords Effective Antioxidant Protection in Tissues. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(2), 222–228.
- Levacher, C., & Méllisopoulos, A. (2012). La peau Structure et physiologie
- Liu-Smith, F., J. Jia, and Y. Zheng. 2017. 'UV-Induced Molecular Signaling Differences in Melanoma and Nonmelanoma Skin Cancer', *Adv Exp Med Biol*, 996: 27-40.
- López-Bascón, M. A., & De Castro, M. L. (2020). Soxhlet extraction. In *Liquid-phase extraction* (pp. 327-354). Elsevier.
- Lorquin, F. (2020). *Développement de préparations solaires éco-participatives et de nouvelle génération: utilisation de la lignine comme booster de SPF et production d'une mélanine de substitution* (Doctoral dissertation, Aix-Marseille).
- Lydie, T. (2014). La cosmétique bio est-elle une alternative pour des consommateurs soucieux de leur santé?. *Publications Études & Analyses*.
- Maddodi, N., A. Jayanthi, and V. Setaluri. 2012. 'Shining light on skin pigmentation: the darker and the brighter side of effects of UV radiation', *Photochem Photobiol*, 88: 1075-82.
- MANSUR, J. S.; BREDER, M. N. R.; MANSUR, M. C. A.; AZULAY, R. D., 1986. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An. Bras. Dermatol.*, Rio de Janeiro, v. 61, p. 121-124.
- Maricich, S. M., Wellnitz, S. A., Nelson, A. M., Lesniak, D. R., Gerling, G. J., Lumpkin, E. A., & Zoghbi, H. Y. (2009). Merkel cells are essential for light-touch responses. *Science*, 324(5934), 1580-1582.

Références bibliographiques

Marieb, E. N., Hoehn, K., Moussakova, L., & Lachaine, R. (1998). Anatomie et physiologie humaines (4e éd.). Saint-Laurent (QC), éditions du Renouveau pédagogique.

MASTOUR, I. (2008). Cosmetologie solaire (Doctoral dissertation).

MAZIANE, A. (2011). *Cosmetique et cosmeceutiques* (Doctoral dissertation).

Megahed, M.G. (2011). Study on stability of wheat germ oil and lipase activity of wheat germ during periodical storage. Agriculture and biology journal of North ISSN Print: 2151- 7517.

Mishra, AK, Mishra, A., & Chattopadhyay, P. (2012). Évaluation du facteur de protection solaire in vitro de la formulation d'huile essentielle de *Calendula officinalis* L. (asteraceae). Journal des jeunes pharmaciens, 4 (1), 17-21.

Montagnat-Rentier, C. (2014). Vieillesse de la peau et les produits cosmétiques anti-âge actuels en pharmacie: la réglementation, leur composition, leur efficacité et l'attente des clients. *Sciences pharmaceutiques*.

Montenegro, L., & Santagati, L. M. (2019). Use of vegetable oils to improve the sun protection factor of sunscreen formulations. *Cosmetics*, 6(2), 25.

Moutier, L. (2018). *Les substances à risque dans les produits cosmétiques* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

Mullenders, L. H. F. 2018. 'Solar UV damage to cellular DNA: from mechanisms to biological effects', Photochem Photobiol Sci, 17: 1842-52.

Nardello-Rataj, V., & Bonte, F. (2008). Chimie et cosmétiques. *l'actualité chimique*, (323-324), 10.

Natarajan, V. T., P. Ganju, A. Ramkumar, R. Grover, and R. S. Gokhale. 2014. 'Multifaceted pathways protect human skin from UV radiation', Nat Chem Biol, 10: 542-51.

Norval, M. 2006. 'The mechanisms and consequences of ultraviolet-induced immunosuppression', Prog Biophys Mol Biol, 92: 108-18

NOURI, M. (2022). INTOXICATIONS PAR LES PRODUITS COSMETIQUES (Doctoral dissertation).

Nurt, H., Good, B. et Willm, C. (1991). La mouture de blé tendre. In : les industries de premières transformation des céréales. Ed Lavoisier Paris, Tec&Doc, pp : 333-361.

Nystrom, L., Paasonen, A., Lampi, A.M. et Piironen, V. (2007). Total plant sterols, steryl ferulates and steryl glycosides in milling fractions of wheat and rye. Journal of Cereal Science 45,106–115.

Petrović, Z. S. (2008). Polyurethanes from vegetable oils. Polymer Reviews, 48(1), 109-155.

Piras, A., Rosa, A., Falconieri, D., Porcedda, S., Dessi, M.A. et Marongiu, B. (2009). Extraction of Oil from Wheat Germ by Supercritical CO₂. Open Access Molecules ISSN 1420-3049.

Références bibliographiques

- Poli, F., Claudel, J. P., Auffret, N., Leccia, M. T., & Dréno, B. (2017, December). Cosmétiques et médicaments topiques dans l'acné: où est la frontière?. In *Annales de Dermatologie et de Vénérologie* (Vol. 144, No. 12, pp. 768-775). Elsevier Masson.
- Rass, K., and J. Reichrath. 2008. 'UV damage and DNA repair in malignant melanoma and nonmelanoma skin cancer', *Adv Exp Med Biol*, 624: 162-78.
- Roelandts, R. (2007, May). Rayonnement solaire. In *Annales de dermatologie et de vénéréologie* (Vol. 134, No. 5, pp. 7-8). Elsevier Masson.
- Ryma, L. A. B. I. O. D. (2016). *Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta*: activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide* (Doctoral dissertation, Université BADJI Mokhtar Annaba)
- Salas, J. J., Bootello, M. A., Martinez-Force, E., & Garces, R. (2009). Tropical vegetable fats and butters. Properties and new alternatives, *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids* , 16, 254-258.
- Sander, M., Sander, M., Burbidge, T., & Beecker, J. (2021). Efficacité et innocuité des écrans solaires pour la prévention du cancer de la peau. *CMAJ*, 193(10), E348-E354.
- Sayre, R. M., Dowdy, J. C., Gerwig, A. J., Shelds, W. J., & Lloyd, R. V. (2005). Unexpected photolysis of the sunscreen octinoxate in the presence of the sunscreen avobenzon^e. *Photochemistry and Photobiology*, 81(2), 452-456.
- SAYRE, R. M.; AGIN, P. P.; LEVEE, G. J.; MARLOWE, E., 1979. Comparison of in vivo and in vitro testing of suncreening formulas. *Photochem. Photobiol.*, Oxford, v. 29, p. 559-566.
- Schalka, S., & Reis, V. M. S. D. (2011). Sun protection factor: meaning and controversies. *Anais brasileiros de dermatologia*, 86, 507-515.
- Souci, S.W., Fachman, W. et Kraut, H. (1995). La composition des aliments, tableau des valeurs nutritives. 3^e édition, Ed BORDAS., France.1091 pages.
- Spearman, R. I. C. (1982). *The biochemistry of skin disease. Molecular Aspects of Medicine*, 5(2), 63–126. doi:10.1016/0098-2997(82)90013-9
- Šramkova, Z., Gregova, E., Sturdik, E. (2009). Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta chimica slovacica*, 2(1), 115-138.
- Srivastava, A.K., Sudha, M.L., Baskran, V. et Leelavathi, K. (2007). Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *European Food Research and Technology*, 224, 365-372.
- Tachdjian, G., Brisset, S., Courtot, A. M., Schoëvaërt, D., & Tosca, L. (2016). Embryologie et histologie humaines. Elsevier Masson.. Embryologie et histologie humaines. Elsevier Masson.
- Tran, H. V. (2007). Caractérisation des propriétés mécaniques de la peau humaine in vivo via l'IRM (Thèse, Université de Technologie de Compiègne France).

Références bibliographiques

Umair, A.A., Surryia, Z.F., Anjum, M., Tahir, Z. et Haq, N. (2008). Nutritive Value of Cookies Containing Wheat Germ Oil. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences* 6(2): 127-134.

Vaillancourt-Audet, M. (2020). *Impacts des rayons ultraviolets (UV) sur la capacité de migration de trois lignées de mélanome humain primaire* (Doctoral dissertation, Université Laval).

VAITILINGOM, G. (2007). Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. *Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique*.

Virador, V. M., J. Muller, X. Wu, Z. A. Abdel-Malek, Z. X. Yu, V. J. Ferrans, N. Kobayashi, K. Wakamatsu, S. Ito, J. A. Hammer, and V. J. Hearing. 2002. 'Influence of alpha-melanocyte-stimulating hormone and ultraviolet radiation on the transfer of melanosomes to keratinocytes', *Faseb j*, 16: 105-7..

Yuldasheva, N.K., Ulchenko, I. et Glushenkova, A.I. (2010). Wheat germ oil. *Journal Chemistry of Neutral Compounds*, 46, 97-98.

Zhu, K.X., Zhou, H.M. et Qian, H.F. (2006). Proteins Extracted from Defatted Wheat Germ: Nutritional and Structural Properties. *Cereal Chemistry*, 83, 69-75.