



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1

UNIVERSITÉ DES FRÈRES MENTOURI CONSTANTINE 1

Faculté des sciences de la nature et de la vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biochimie et Biologie Cellulaire  
et Moléculaire

قسم : الكيمياء الحيوية و البيولوجية الخلوية و الجزيئية

### MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

---

## *Effet photoprotecteur de quelques extraits bioactifs*

---

Présenté et soutenu par : *BOUFELLAGA Somia*

*CHETTAH Nesrine*

### Jury d'évaluation :

- **Président du jury** : Dr BELBACHE Hanane MCA Université Constantine 1
- **Rapporteur** : Dr LEFAHAL Mostefa MCA Université Constantine 3
- **Examineur** : Dr MOSBAH Asma MCA Université Constantine 1

Année universitaire 2022/2023

## *Remerciement*

*Nous remercions notre dieu ALLAH qui nous a donné le courage et la volonté de poursuivre nos études, ainsi que nos parents qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite.*

*Nous tenons à adresser nos sincères remerciements et le plus grand respect à notre Dr **Lefahal Mostefa** pour sa compréhension, sa disponibilité, de savoir-faire, ses conseils judicieux, et toute l'aide qu'il nous a rapporté.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury **Dr Belbache Hanan** et **Dr Mosbah Asma** qui ont accepté d'évaluer notre travail et de nous avoir honorés par leur présence.*

*Nous tenons à remercier chaleureusement tout le personnel de l'unité de recherche : valorisation des ressources naturelles molécules bioactives et analyses physico-chimiques et biologiques et notamment : **Pr Akkal Salah**, **Pr Medjroubi Kamal**, **Dr Boustela Ahlam**, **Dr Zaabat Nabila** et **Dr Makhloufi Elhani**, **Dr Ayad Radia**.*

*Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la mise en œuvre de ce travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon père **RAMDANE** et ma chère mère **FATIHA** pour leur sacrifice, patiences et amour, leurs encouragements et conseils.*

*Que Dieu les garde et les protège*

*A ma sœur **MERIEM**, mes frères **MOHAMMED**, **REDOUANE** et **BILLEL**, mes nièces **TASSNIM** et **SIDRA** et ma belle-sœur **SABAÏH** pour leurs soutiens tout au long de mes études*

*A toutes personnes dans ma famille*

*A tous mes enseignants, particulièrement mon encadreur Dr **M. Lefahal** que je ne remercierai jamais assez, vous serez toujours en ma mémoire, un symbole de sagesse et de bravoure ;*

*A ma meilleure amie **Nor El houda boulatrous***

*A mon binôme **NESRINE CHETTAÏH***

*A toutes personnes qui m'ont aidé de près ou de loin.*

***SOMIA***

## *Dédicace*

*C'est avec un très grand honneur que je dédie ce travail aux personnes les plus chères au monde :*

*À mes très chers parents Kamel et Badret el Boudour ; Qui s'est sacrifié pour moi, m'a conduit et m'a suivi, a jeté les bases de mes années d'études. Avec toute ma tendresse.*

*À mes sœurs Amína et Somía qui représentent la joie dans ma vie.*

*À tous ceux qui nous ont "quittés" et qui sont toujours dans nos cœurs, mes grands-parents Mohamed et Halima je dédie ce travail ;*

*À ma grand-mère rebíha merci d'être toujours là pour moi.*

*À toute ma famille et tous ceux qui ont participé de près et de loin à mon succès*

*À tous ceux-là, je voudrais exprimer haut et fort, et en toute âme et conscience, ma gratitude et mes remerciements pour leur soutien permanent et infini. Je ne saurai comment remercier mes chères amies en particulier Sara Laídouni, Nihad Mordjana et Radia Diabi et mon binôme Somía Boufellaga qui ont été là pour moi et qui m'ont soutenue et tendue la main quand j'en ai besoin.*

*NESRINE*

## *Liste des abréviations*

**UV** : Ultra-Violet

**PPS** : Produits de protection solaire

**SPF** : Facteur de protection solaire

**ADN** : Désoxyribonucléique

**HLA** : Système de l'Human Leukocyte Antigen

**TAC** : Capacité antioxydante totale

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl

**TFC** : Teneur en flavonoïdes totaux

**TPC** : Teneur en polyphénols totaux

**EAG** : Equivalent acide gallique

**EQ** : Equivalent quercétine

**EAA** : Equivalent acide ascorbique

$\lambda_c$  : La longueur d'onde critique

**A( $\lambda$ )** : Absorbance monochromatique

**EE ( $\lambda$ )** : Le spectre de l'effet érythémateux

**I ( $\lambda$ )** : Le spectre de l'intensité du soleil

**Abs ( $\lambda$ )** : Absorbance

**CF** : Facteur de correction

**g** : Gramme

**mg** : Milligramme

**$\mu$ g** : Microgramme

**mL** : Millilitre

**$\mu$ L** : Microlitre

**nm** : Nanomètre

**cm<sup>2</sup>** : Centimètre carré

**%** : Pourcentage

**C°** : Degré Celsius

**Ph** : Potentiel hydrogène

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : Carbonate de sodium

**AlCl<sub>3</sub>** : Chlorure d'aluminium

**Mo** : Molybdène

**MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Molybdate

**HCl** : Acide chlorhydrique

**FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure ferrique

**NH<sub>4</sub>OH** : Hydroxyde d'ammonium

**EtOAc** : Acétate d'éthyle

**MeOH** : Méthanol

**Cp-MeOH** : Extrait méthanolique *Capnophylum peregrinum* (L.) Lag

**Cp-EtOAc** : Extrait acétate d'éthyle *Capnophylum peregrinum* (L.) Lag

**Cp-BOH** : Extrait butanol *Capnophylum peregrinum* (L.) Lag

**FDA** : Food and Drug Administration

# Table des matières

Introduction .....	1
I.1. Généralité.....	4
I.2. Structure de la peau.....	4
I.2.1. Epiderme .....	5
I.2.1.1. Kératinocytes .....	5
I.2.1.2. Mélanocytes .....	6
I.2.1.3. Cellules de Langerhans .....	6
I.2.1.4. Cellules de Merkel .....	6
I.2.2. Zone de jonction dermoépidermique.....	6
I.2.3. Derme .....	6
I.2.4. Hypoderme .....	7
I.3. Fonctions de la peau.....	7
I.4. Phototypes de la peau humaine.....	7
I.5. Rayonnements solaire .....	9
I.5.1. Rayonnements ultraviolets (UV).....	9
I.5.1.1. Rayonnements UVA .....	10
I.5.1.2. Rayonnements UVB .....	10
I.5.1.3. Rayonnements UVC .....	10
I.6. Effets biologiques des rayons UV sur la peau .....	11
I.6.1. Effets bénéfiques des rayonnement UV .....	11
I.6.2. Effets néfastes des rayonnement UV .....	11
I.7. Photoprotection .....	12
I.7.1. Produits de protection solaire (PPS).....	13
I.7.1.1. Filtres UV .....	13
I.7.1.1.1. Filtres chimiques (organiques).....	14
I.7.1.1.2. Filtres naturels .....	15
I.7.1.1.3. Filtres physiques (minéraux) .....	16
I.7.1.2. Avantages et inconvénients des filtres UV .....	17
I.7.2. Mesure et efficacité des produits de protection solaire (PPS).....	18
I.7.2.1. Méthode in vivo de détermination des FPS .....	18
I.7.2.2. Méthodes in vitro de détermination des FPS.....	20
I.7.2.3. Protection contre les UVA (Longueur d'onde critique et facteur de protection contre les UVA) .....	21



I.7.5. Classification des PPS .....	21
II.1. Généralité.....	26
II.2. Répartition géographique des Apiacées .....	26
II.3. Caractères généraux des Apiacées .....	26
II.4. Classification de la famille des Apiacées .....	27
II.5. Intérêts économiques et effets thérapeutiques des Apiacées .....	28
II.6. Présentation de l'espèce <i>Capnophyllum peregrinum</i> (L.) Lag .....	30
II.6.1. Généralité.....	30
II.6.2. Caractères généraux de l'espèce <i>Capnophyllum peregrinum</i> (L.) Lag.....	30
II.6.2.1. <i>Plantule</i> .....	31
II.6.2.2. <i>Plante adulte</i> .....	31
II.6.3. Classification de l'espèce <i>Capnophyllum peregrinum</i> (L.) Lag.....	31
III.1. Récolte de la matière végétale.....	36
III.2. Extraction .....	36
III.3. Dosage des phénols et flavonoïdes.....	36
III.3.1. Teneur en phénols totaux (TPC).....	36
III.3.1.1. <i>Mode opératoire</i> .....	37
III.3.2. Teneur en flavonoïdes totaux (TFC) .....	37
III.3.2.1. <i>Mode opératoire</i> .....	38
III.4. Evaluation de l'activité antioxydante .....	38
III.4.1. Piégeage du radical 2-diphényl-picrylhydrazyl (DPPH) .....	38
III.4.1.1. <i>Mode opératoire</i> .....	39
III.4.2. Capacité antioxydante totale (TAC) par le test phosphomolybdène .....	39
III.4.2.1. <i>Mode opératoire</i> .....	40
III.4.3. Activité de réduction par la formation du complexe Fe <sup>+2</sup> -phénanthroline .....	40
III.4.3.1. <i>Mode opératoire</i> .....	41
III.5. Evaluation de l'effet photoprotecteur.....	41
III.5.1. Évaluation du potentiel de filtration des UV .....	41
III.5.2. Détermination du facteur de protection solaire (FPS) <i>in vitro</i> .....	41
III.5.3. Evaluation de la protection contre les rayonnements UVA .....	42
III.5.3.1. <i>Longueur d'onde critique λ<sub>c</sub></i> .....	42
III.5.3.2. <i>Rapport UVA/UVB</i> .....	43
IV.1. Résultats et discussion .....	47
IV.1.1. Teneur en polyphénols et flavonoïdes .....	47
IV.1.1.1. <i>Teneur en polyphénols totaux TPC</i> .....	47

IV.1.1.2. Teneur en flavonoïdes totaux TFC .....	48
IV.1.2. Evaluation de l'activité antioxydante <i>in vitro</i> .....	50
IV.1.2.1. Piégeage du radical 2-diphényl-picrylhydrazyl (DPPH).....	50
IV.1.2.2. Activité de réduction par la formation du complexe $Fe^{+2}$ -phénanthroline .....	51
IV.1.2.3. Capacité antioxydante totale (TAC).....	52
IV.1.3. Evaluation de l'activité photoprotectrice .....	53
IV.1.3.1. Évaluation du potentiel de filtration des UV .....	53
IV.1.3.2. Evaluation du facteur de protection solaire (FPS) <i>in vitro</i> .....	55
IV.1.3.3. Evaluation de la protection contre les rayonnements UVA .....	56
Conclusion .....	59

# Listes des figures

Figure 1 : Structure de la peau .....	4
Figure 2 : Structure de l'épiderme.....	5
Figure 3 : Rayons émis par le soleil .....	9
Figure 4 : Rayonnements ultraviolets (UV) .....	11
Figure 5 : Produits de protection solaire .....	13
Figure 6 : Mécanisme d'actions des filtres chimiques.....	14
Figure 7 : Mécanisme d'action des filtres physiques.....	16
Figure 8 : Méthode <i>in vivo</i> de détermination des FPS .....	19
Figure 9 : Méthode <i>in vitro</i> de détermination des FPS .....	21
Figure 10 : Répartition géographique mondiale des Apiacées.....	26
Figure 11 : Ombelle simple et ombelle composée des Apiacées .....	27
Figure 12 : Composés utilisés en cosmétologie .....	29
Figure 13 : Espèce <i>Capnophyllum peregrinum</i> (L.) Lag .....	31
Figure 14 : Mécanisme du test Folin-Ciocalteu .....	37
Figure 15 : Mécanisme du test DPPH .....	39
Figure 16 : Mécanisme du test phosphomolybdène .....	40
Figure 17 : Mécanisme du test phénanthroline .....	41
Figure 18 : Courbe d'étalonnage des polyphénols.....	47
Figure 19 : Teneur en polyphénols TPC .....	48
Figure 20 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.....	49
Figure 21 : Courbe d'étalonnage de l'acide Ascorbique (test DPPH).....	50
Figure 22 : Courbe d'étalonnage de l'acide Ascorbique (test Phénanthroline).....	51
Figure 23 : Courbe d'étalonnage de l'acide Ascorbique .....	52
Figure 24 : Résultats de l'activité antioxydante de l'espèce <i>Capnophyllum pérégrinum</i> (L.)Lag .....	53
Figure 25 : Potentiel de filtration des rayonnements UV: (A : CP-MeOH), (B : CP-EtOAc), (C : CP-BuOH).....	55

## Liste des tableaux

Tableau 1: Différents phototypes de la peau humaine selon Fitzpatrick .....	8
Tableau 2 : Effets néfastes des rayonnements UV sur la peau humaine .....	12
Tableau 3 : Liste des filtres UVB et UVA approuvés en Europe et leur concentration maximale autorisée.....	15
Tableau 4 : Filtres minéraux (physiques) approuvés en Europe, Japon, Australie et Etats unis d'Amérique et leur concentration maximale autorisée.....	17
Tableau 5 : Quelques avantages et désavantages des filtres chimiques et physiques .....	18
Tableau 6 : Différentes catégories de protection solaire .....	20
Tableau 7 : Classification des produits de protection solaire selon la commission européenne .....	22
Tableau 8 : Classification des Apiacées selon Cronquist.....	28
Tableau 9 : Classification de l'espèce <i>Capnophyllum peregrinum</i> (L.) Lag .....	32
Tableau 10 : Rapport UVA/UVB selon le système de notation par étoiles .....	43

# *Introduction*

## ***Introduction générale***

---

Aujourd'hui la médecine moderne dépend beaucoup des plantes, pour cela nombreux laboratoires de chimie et de biologie à travers le monde ont emboîté le pas à la médecine traditionnelle (**Clément, 2005**) qui joue un rôle capital dans l'art de se soigner et de guérir (**Quyoun, 2003**).

En Algérie, nous avons longtemps eu recours à la médecine traditionnelle grâce à la richesse et la diversité floristique de notre pays, qui constitue un véritable réservoir phyto-génétique, avec environ 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques (**Bouziid et al., 2016**).

Les plantes médicinales et aromatiques ont toujours été une source majeure de matières premières utilisées dans les industries pharmaceutique, cosmétique, aromatique et en parfumerie (**Detry, 2017**). En effet leurs propriétés dépendent de la présence d'agents bioactifs variés et appartenant à différentes classes chimiques (**Ouraini et al., 2007**). Ces substances actives empêchent l'oxydation des molécules biologiques par les radicaux libres (Berger, 2006), en particulier, les composés phénoliques qui sont présents dans la quasi-totalité des plantes et sont retrouvés dans presque toutes les parties de la plante, ces phyto-constituants font l'objet de nombreuses études en raison de leurs propriétés biologiques significatives et leur impact bénéfique sur la santé humaine (**Richard et al., 2014**).

Ce travail est consacré à l'étude de l'activité photoprotectrice de quelques extraits biologiquement actifs issus de l'espèce *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lag, il comporte deux parties essentielles :

La première partie comprendra deux chapitres :

- ✓ Le premier chapitre comprendra la structure de la peau humaine et la photoprotection
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à la synthèse bibliographique regroupant des généralités sur la plantes et une description botanique de la famille et l'espèce étudiée
- ✓ La deuxième partie concerne le quatrième chapitre qui comprend la partie expérimentale, dédiée à la présentation du matériel et les méthodes utilisées pour

## *Introduction générale*

---

réaliser ce travail et présentera les résultats obtenus accompagnés de leur discussion.

Une conclusion avec des perspectives seront données pour clôturer le travail.

### **Références**

- Berger, M.M., 2006. Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. *Nutr. Clin. Métabolisme* 20, 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.nupar.2005.12.005>.
- Bouزيد, A., Chadli, R., Bouزيد, K., 2016. Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus unedo* L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale. *Phytothérapie* 15 (6), 373-378.
- Clément, R.-P. Aux racines de la phyto thérapie entre tradition et modernité (1 partie). *Phytothérapie*, 2005, vol. 3, n° 4, pp. 171-175.
- Detry P., (2017). Etude biochimique des fractions lipidiques de graines de la famille des Apiaceae obtenues par différentes méthodes d'extraction. Master en bioingénieur: chimie et bioindustries, LIEGE Uinversité de Gembloux Agro-Bio Tech. p.1.
- Ouraïni, D., Agoumi, A., Ismaïli-Alaoui, M., Alaoui, K., Cherrah, Y., Alaoui, M.A., Belabbas, M.A., 2007. Activité antifongique de l'acide oléique et des huiles essentielles de *Thymus saturejoides* L. et de *Mentha pulegium* L., comparée aux antifongiques dans les dermatoses mycosiques. *Phytothérapie* 5, 6–14. <https://doi.org/10.1007/s10298-007-0201-2>
- Quyrou, A., 2003. Mise au point d'une base de données sur les plantes médicinales. Exemple d'utilisation pratique de cette base. Thèse de Doctorat. Université Ibn Tofail Kénitra- Maroc. 110p.
- Richard, T., Tamsamani, H., Delaunay, J.-C., Krisa, S., Mérillon, J.-M., 2014. Stilbènes : de la chimie à la neuroprotection. *Cah. Nutr. Diététique* 49, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2014.03.001>



# *Chapitre I*

## *Structure de la peau humaine et la photoprotection*

## I.1. Généralité

La peau c'est le plus grand de tous organes 1.73m<sup>2</sup> de surface pour 15% du poids corporel total, elle occupe une place stratégique et privilégiée à l'interface entre l'extérieur et l'intérieur de l'organisme. Cet organe complexe dont le fonctionnement a deux finalités, d'une part il assure la communication entre notre propre organisme et le milieu environnant et d'autre part il protège notre organisme des agressions extérieures (Dréno, 2009).

## I.2. Structure de la peau

Sur un plan structural, la peau a une structure multicouches complexe, elle se subdivise en quatre régions superposées qui sont de la superficie vers la profondeur l'épiderme, la jonction dermoépidermique, le derme et l'hypoderme, à ces composantes s'ajoutent les annexes cutanées (glande sudoripare, glande sébacée, follicule pileux).

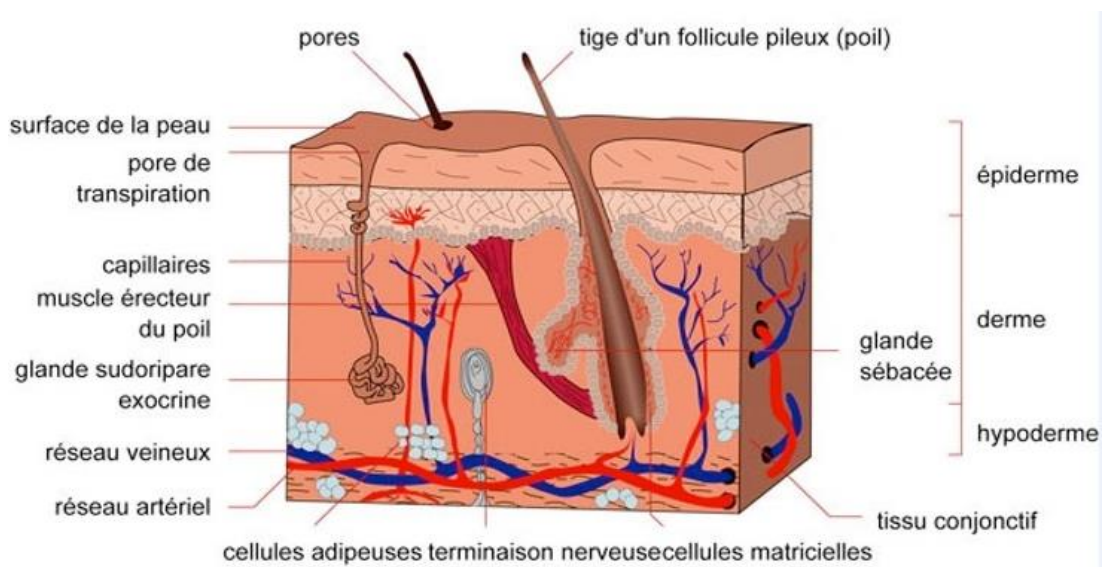


Figure 1 : Structure de la peau

([http://www.afrh.fr/la\\_maladie\\_de\\_verneuil\\_ou\\_h/structure\\_de\\_la\\_peau.html](http://www.afrh.fr/la_maladie_de_verneuil_ou_h/structure_de_la_peau.html))

### I.2.1. Epiderme

L'épiderme est un épithélium pluristratifié qui se renouvelle continuellement. Il constitue la couche la plus superficielle de la peau, en contact direct avec l'environnement extérieur, il se compose majoritairement de kératinocytes (> 90 %) (Laverdet *et al.*, 2018). En effet, cinq couches définissent de la profondeur à la surface de l'épiderme ; la couche germinative reposant sur la membrane basale, la couche épineuse, la couche granuleuse, la couche claire et la couche cornée.

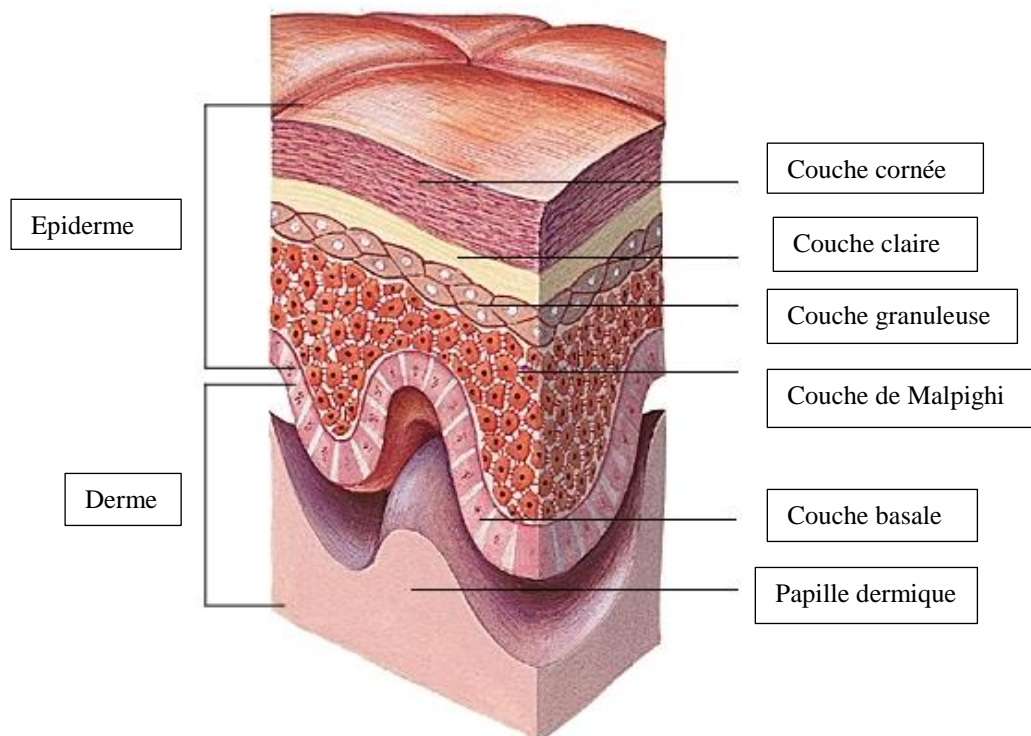


Figure 2 : Structure de l'épiderme

(<https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/%C3%A9piderme/12850>)

#### I.2.1.1. Kératinocytes

La fonction primaire des kératinocytes est de produire la couche cornée (c'est une couche protectrice et semi-perméable) cette fonction se réalise grâce à la synthèse de kératine. Les kératinocytes participent à la protection de la peau contre les ultraviolets en accumulant de la mélanine provenant des mélanocytes.

***I.2.1.2. Mélanocytes***

Les mélanocytes sont localisés principalement au niveau de la couche basale de l'épiderme et dans le follicule pileux. Ils sont reliés fonctionnellement aux kératinocytes de l'épiderme. Qui sont la deuxième grande population cellulaire de l'épiderme, et dont la fonction est d'assurer la synthèse des mélanines (**Dréno, 2008**).

***I.2.1.3. Cellules de Langerhans***

Les cellules de Langerhans sont surtout situées dans la couche épineuse de l'épiderme. Leurs prolongements s'étendent entre les kératinocytes de toutes les couches de l'épiderme, elles représentent la troisième population cellulaire de l'épiderme (3 à 5 % des cellules épidermiques et font partie du groupe des cellules dendritiques).

***I.2.1.4. Cellules de Merkel***

Constituent la quatrième population cellulaire de l'épiderme se situent au niveau de la couche germinative et du follicule pileux ; ce sont des cellules neuroépithéliales, sont associées aux terminaisons nerveuses sensibles situées au niveau de la couche basale.

**I.2.2. Zone de jonction dermoépidermique**

La zone de jonction entre l'épiderme et le derme est une zone de soutien, d'adhérence et d'échange qui relie deux couches de densité différente, elle joue aussi un rôle primordial dans les échanges et la communication cellulaire entre l'épiderme et le derme.

**I.2.3. Derme**

Le derme est la couche la plus importante de la peau, il lui confère sa résistance, son élasticité et ses capacités d'autorenouveaulement (**Ginot et al., 2010**). C'est un tissu conjonctif lâche en surface et plus dense en profondeur, il présente des réseaux denses vasculaires et lymphatiques permettant l'apport de nutriments à l'épiderme. Il contient essentiellement des

fibroblastes et une matrice extracellulaire (MEC) formée principalement de collagène et d'élastine. Il abrite également des annexes épidermiques : les glandes sudoripares eccrines et apocrines et des follicules pilo-sébacés.

#### **I.2.4. Hypoderme**

L'hypoderme appelé encore tissu sous-cutané, est situé sous le derme. Il constitue le compartiment le plus profond de la peau, et intervient dans le stockage et la libération des lipides, il joue également un rôle fondamental dans la thermorégulation par le caractère isolant de la graisse et protège l'organisme des chocs.

### **I.3. Fonctions de la peau**

Grâce à cette position, à sa structure étagée, à ses amarres et à ses annexes, la peau remplit de nombreuses fonctions :







- ✓ Maintien de la température corporelle.
- ✓ Barrière de protection du milieu extérieur (des toxines chimiques, des UV du soleil, et des agents infectieux tels que les bactéries et les champignons).
- ✓ Organe sensoriel.
- ✓ Organe immunitaire.
- ✓ Organes de synthèse de substances essentielles à notre organisme.
- ✓ Organe de la relation sociale et de la communication.
- ✓ Organes de vascularisation.

#### **I.4. Phototypes de la peau humaine**

La quantité et la nature des mélanines contenues dans la peau, ainsi que leurs répartitions sont les principaux critères déterminant la couleur de la peau. Le phototype caractérise ainsi la sensibilité de la peau aux rayonnements UV et les risques d'effets indésirables.

Six phototypes ont ainsi été établis par l’Institut National du Cancer et sont basés sur l’échelle de Fitzpatrick qui peut être résumée comme ci-dessous (Inspiré d’Agache, 2000 ; Physiologie de la peau et explorations fonctionnelles cutanées, Cachan) :

**Tableau 1: Différents phototypes de la peau humaine selon Fitzpatrick**

Phototype	Caractéristiques	Réaction au soleil
 Phototype I	Peau très blanche. Cheveux blonds ou roux. Yeux bleus/vert.	Le bronzage est très rare et les coups de soleil sont extrêmement fréquents.
 Phototype II	Peau claire. Cheveux blonds, roux ou châains. Yeux verts/marron.	Le bronzage est très léger et les coups de soleil s’attrapent très facilement.
 Phototype III	Peau moyennement claire. Cheveux châains ou bruns. Yeux marron.	Le bronzage est progressif et les coups de soleil sont occasionnels
 Phototype IV	Peau mate. Cheveux bruns/noirs. Yeux marron/noirs.	Le bronzage est facile les coups de soleil sont rares
 Phototype V	Peau très mate. Cheveux noirs. Yeux noirs.	Le bronzage est rapide et intense, les coups de soleil sont très rares
 Phototype VI	Peau noire. Cheveux noirs. Yeux noirs.	Les coups de soleil sont quasi inexistantes

## I.5. Rayonnements solaire

La lumière solaire est essentielle pour la vie humaine, en tant que source d'énergie et d'alimentation, mais aussi parce qu'elle intervient dans certains processus biochimiques et métaboliques (Ferreira Cestari *et al.*, 2012). Le soleil émet une large gamme de longueurs d'onde allant des radiations X et gamma aux radiations radioélectrique en passant par le domaine de l'optique avec les rayons UV, visible et infrarouge (figure 3).

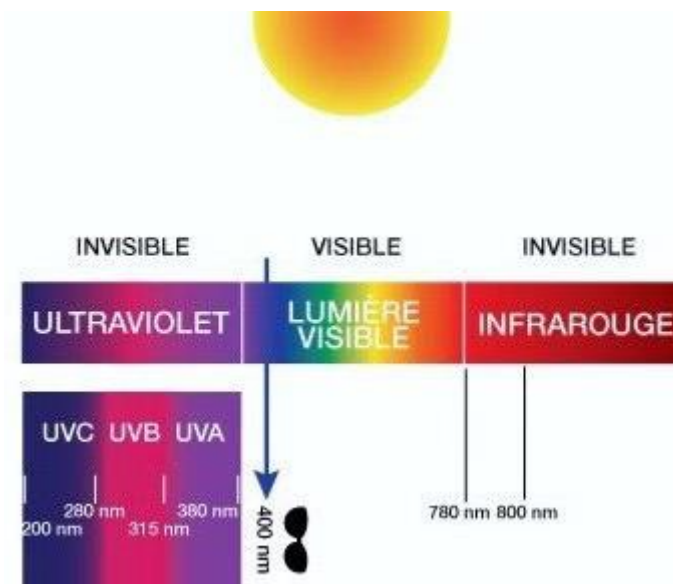


Figure 3 : Rayons émis par le soleil

(<https://horizane.com/blog/news/quel-est-l-impact-du-soleil-sur-nos-yeux->)

### I.5.1. Rayonnements ultraviolets (UV)

Les rayonnements UV constituent un rayonnement électromagnétique non ionisant constitué de photons de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm. En effet, il y'a trois catégories de rayonnements UV qui sont classés selon leur longueur d'onde (Kurzawa *et al.*, 2022).

- ✓ Les UVA (320-400 nm : UV-AI de 340 à 400 nm et UV-AII de 320 à 340 nm).
- ✓ Les UVB (290-320 nm).
- ✓ Les UVC (100-290 nm).

***I.5.1.1. Rayonnements UVA***

Les rayonnements UVA représentent 95 % de l'ensemble des rayons UV et peuvent pénétrer dans les couches plus profondes de la peau (**Egambaram et al., 2020**), ces radiations influencent les propriétés de la peau et la structure des acides nucléiques et des protéines, comme l'élastine ou le collagène (**Gromkowska- Kępka et al., 2021**).

***I.5.1.2. Rayonnements UVB***

Les rayonnements UVB ne représente que 5 % de l'ensemble de la gamme des rayons UV (**Egambaram et al., 2020**), ce type de rayonnement affectent la couche épidermique de la peau et peuvent provoquer un érythème, qui peut se transformer en coup de soleil, mais il participe également à une réaction liée à la formation de la vitamine D dans la peau (**Kurzawa et al., 2022**).

***I.5.1.3. Rayonnements UVC***

Les rayonnements UVC sont donc les rayons UV les plus agressifs, mais ils sont absorbés par la couche d'ozone.



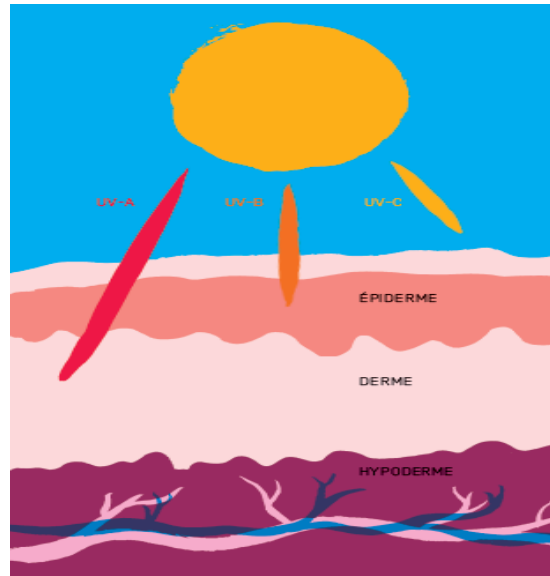


Figure 4 : Rayonnements ultraviolets (UV)

(<https://www.planetesante.ch/Magazine/Sante-au-quotidien/Bronzage-et-coup-de-soleil/Les-effets-des-UV-sur-votre-peau>)

## I.6. Effets biologiques des rayons UV sur la peau

L'action des rayonnements UV sur la peau peut induire au sein des structures cibles de façon bénéfique mais aussi parfois de manière néfaste.

### I.6.1. Effets bénéfiques des rayonnement UV

Les effets biologiques du soleil sont pour une part bénéfiques et associent à la synthèse de vitamine D, des effets anti-infectieux vis-à-vis de germes pathogènes, et des effets thérapeutiques dans certaines maladies (Bédane and Roelandts, 2007).

### I.6.2. Effets néfastes des rayonnement UV

Bien qu'ils sont bénéfiques, les rayonnements UV peuvent engendrer des effets néfastes sur la peau humaine. En effet plusieurs auteurs ont dénombré de nombreuses effets néfastes associés aux rayonnements UV (Lautenschlager *et al.*, 2007).

Tableau 2 : Effets néfastes des rayonnements UV sur la peau humaine

Rayonnement UV	Effets aigus	Effets chroniques
UVA (320-400nm)	Assombrissement immédiat de la peau (disparaît en 2h) : hale du soir  Photo immunosuppression	Photo-vieillessement  Photo-carcinogénèse
UVB (290-320nm)	Erythèmes  Œdèmes  Bronzage  Épaississement de l'épiderme  Photo immunosuppression	Photo-vieillessement  Photo-carcinogénèse

### I.7. Photoprotection

La photoprotection, regroupe les divers moyens capables de s'opposer aux dommages cutanés induits par les rayonnements solaires (**Beani, 2022**), bien que, la peau humaine est équipée de moyens de photoprotection naturelles tels que la couche cornée, le système pigmentaire, le systèmes de réparation de l'ADN ainsi que le systèmes antioxydants endogènes (**Meunier, 2008**), ces moyens de protection deviennent insuffisants afin de protéger une peau normale surexposée ou une peau pathologiquement photosensible, il est devenue primordialement indispensable à recourir aux d'autres moyens de photoprotection dits artificielles (**Meunier, 2014**) et notamment ceux qui reposent sur l'application des produits de photoprotection (PPS).



**Figure 5 : Produits de protection solaire**

(<https://fr.vecteezy.com/art-vectorel/6310488-vecteur-infographie-de-protection-solaire-soins-de-la-peau-concept-ecran-solaire-ecran-solaire-avant-apres-utilisation-ecran-solaire-produit-sur-couches-de-peau>)

### **I.7.1. Produits de protection solaire (PPS)**

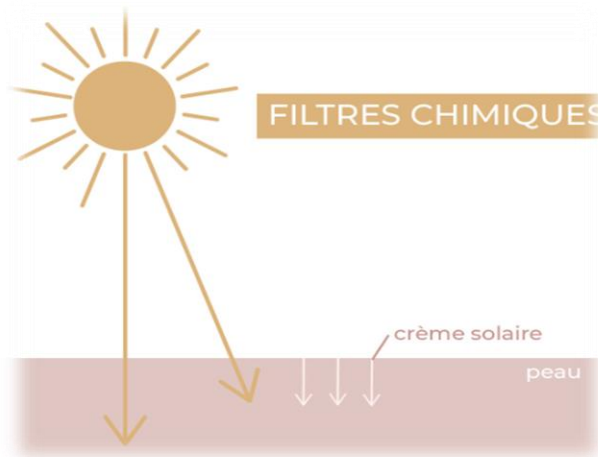
Les produits de protection solaire représentent une méthode efficace et pratique pour se protéger du soleil, ils offrent une protection plus complète, sont des complexes contenant d'une part des actifs et notamment les filtres UV et d'une autre part des ingrédients supplémentaires tels que, les antioxydants ou les extraits de plantes (**Leccia *et al.*, 2019**), des émoullissants, des émoullifiants, des épaisissants, des conservateurs, des renforçateurs, des exhausteurs sensoriels et des conservateurs (**Pawlowski *et al.*, 2021**). Ils doivent être bien tolérés (non allergisants et non toxiques), avoir une bonne rémanence (résister à l'eau et à la sueur) et être photostables.

#### ***I.7.1.1. Filtres UV***

En fonction du niveau de protection solaire recherché, plusieurs filtres UV sont largement utilisés. Ce type d'ingrédients se divise en deux familles., les filtres chimiques (organiques) et les filtres minéraux (physiques).

### 1.7.1.1.1. Filtres chimiques (organiques)

Les filtres UV chimiques (organiques) agissent en absorbant le rayonnement UV et en le convertissant en énergie thermique inoffensive, qui est libérée à un stade ultérieur, lorsque ces filtres sont exposés au rayonnement UV, leurs électrons reçoivent de l'énergie et ont tendance à s'exciter. À l'état neutre, cette même énergie est convertie en énergie thermique, c'est pour ça que les consommateurs utilisant des produits de protection solaire renfermant ce type de filtres peuvent ressentir un léger changement de température lorsqu'ils les appliquent sous le soleil (**Chatziagianni et al., 2022**). Deux catégories de filtres chimiques sont ainsi distinguées en fonction de leurs propriétés d'absorption, qui sont: les filtres à spectre étroit, absorbants dans les UVB, et les filtres à large spectre, dont l'absorption s'étend aux UVA (**Beani, 2022**).



**Figure 6 : Mécanisme d'actions des filtres chimiques**  
(<https://www.centremilleloisirs.fr/filtre-mineral-ou-chimique-k.html>)

**Tableau 3 : Liste des filtres UVB et UVA approuvés en Europe et leur concentration maximale autorisée (Beani, 2022).**

A spectre étroit (UVB)	Pic d'absorption maximale	Concentration maximale
Cinnamates	310 nm	10 %
Dérivés camphrés	290-300 nm	2- 10 %
Acide paraaminobenzoïque (PABA) et dérivés	310 nm	8- 10 %
Salicylates	306 nm	5- 10 %
Benzimidazolés	308 nm	8 %
Triazolés	303 nm	5- 10 %
Silicones	310nm	10 %
Acrylates	303 nm	10 %
A spectre large (UVA)	Pic d'absorption maximale	Concentration maximale
Benzophénones (BZP)	288 et 330 nm	8- 10 %
Benzimidazolés	335 nm	10 %
Dibenzoylméthane	356 nm	5 %
Phényl- benzotriazones	[303 -378 nm]	10 et 15 %

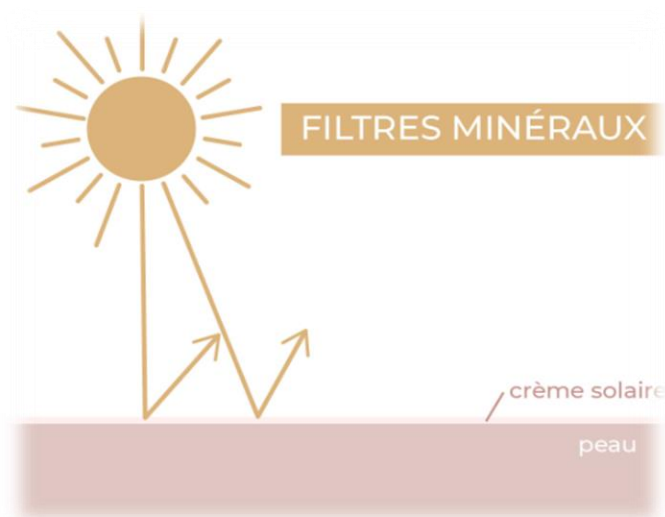
#### ***1.7.1.1.2. Filtres naturels***

Les filtres naturels font partie des filtres chimique, son utilisation est indispensable afin de diminuer la concentration des filtres chimiques et de minimiser leurs effets néfastes. Plusieurs études ont mentionné que les ingrédients d'origine naturels tels que les algues (**Pangestuti et al., 2018**) et les extraits des plantes (**Cefali et al., 2016**) sont souvent incorporés dans les PPS comme filtres UV. Il est à noter aussi que ce groupe de filtres s'étend aux huiles végétales

entre autre les huiles de coco, d'arachide, de sésame ou de tournesol, mais leur efficacité photoprotectrice est modeste (Beani, 2022).

#### ***1.7.1.1.3. Filtres physiques (minéraux)***

Un filtre UV minéral (physique) est composé de microparticules de minéraux qui diffractent la lumière et réfléchissent les UV à la façon d'un miroir (figure 7). Les deux principes actifs physiques actuellement les plus utilisés sont l'oxyde de zinc et le dioxyde de titane qui offrent une protection à large spectre contre les rayons UVA et UVB et sont moins susceptibles de provoquer des irritations, ce qui les rend plus adaptés aux peaux sensibles (Garnacho Saucedo *et al.*, 2020).



**Figure 7 : Mécanisme d'action des filtres physiques**

(<https://www.centremilleloisirs.fr/filtre-mineral-ou-chimique-k.html>)

**Tableau 4 : Filtres minéraux (physiques) approuvés en Europe, Japon, Australie et Etats unis d'Amérique et leur concentration maximale autorisée (Sabzevari *et al.*, 2021)**

Filtre minéral	Rang	Concentration maximale	Fonction
Oxyde de zinc	UVB	USA : 25%	Réfléchit UVB, UVA
	UVAI (340-400nm)	Japon : 25%	
	UVAII (320-340nm)	AUS: % non limité	
Dioxyde de titane	UVB	USA : 25%	Réfléchit UVB, UVA
	UVAII (320-340nm)	Japon : 25%	
		AUS: % non limité	

### ***1.7.1.2. Avantages et inconvénients des filtres UV***

Bien qu'ils efficaces et assurent une bonne photoprotection, ils ne sont pas d'éprouvés de quelques désavantages, et le tableau suivant répertorié quelques avantages et des inconvénients des filtre physiques et chimiques :

Tableau 5 : Quelques avantages et désavantages des filtres chimiques et physiques

Les inconvénients	Les avantages
<b>Filtres chimiques (organiques)</b>	
Peut provoquer une allergie Perturbateurs endocrinien Ils ont un Impact sur les écosystèmes marins (ils tuent les micro-algues contenues dans les tissus coralliens) Photostabilité médiocre	Il ne colle pas et ne laisse pas de traces blanches sur la peau Prix moins élevé
<b>Filtres minéraux (physiques)</b>	
Peut laisser des traces blanches sur la peau Prix un peu élevé	Efficaces dès l'application Pas de pénétration cutanée Pas de nocivité vis-à-vis a l'environnement

### **I.7.2. Mesure et efficacité des produits de protection solaire (PPS)**

Afin de mettre en évidence l'efficacité photoprotectrice, différentes méthodes ont été évaluées, et aujourd'hui le facteur de protection solaire (FPS) est reconnu comme une mesure standard de l'efficacité des photoprotecteurs vis-à-vis des effets à court terme des UV.

En d'autre part, l'impact des UVA doit être évalué.

#### ***I.7.2.1. Méthode in vivo de détermination des FPS***

La méthodologie de mesure des indices de protection antiérythémale recommandée est celle proposée par l'organisme professionnel représentatif de l'industrie cosmétique au niveau



européen. Elle permet de définir un facteur de protection solaire (FPS) basé sur le rapport de la dose érythémateuse minimale sur peau protégée par le produit à la dose érythémateuse minimale sur peau non protégée. La source est un simulateur solaire et le produit est appliqué sur la peau des volontaires sains à raison de  $2 \text{ mg/cm}^2$ . Il est bien connu que l'évaluation de FPS *in vivo* se fait quasiment exclusivement en laboratoire avec utilisation de sources lumineuses artificielles. Les études dites *out-door* utilisant le soleil naturel sont exceptionnelles.



**Figure 8 : Méthode *in vivo* de détermination des FPS**  
(<https://allergisa.com/static-spf-determination.php>)

L'efficacité d'une crème solaire se mesure par le facteur de protection solaire FSP. Ce paramètre est une référence internationale pour exprimer la protection contre les rayonnements UVB et dans une moindre mesure, contre les rayonnements UVAII (320-340nm) (Addor *et al.*, 2022), cet indice permet de classer les produits de protection solaire en quatre catégories (Tableau6).

Tableau 6 : Différentes catégories de protection solaire

Catégorie	Facteur de protection solaire FPS
Faible protection	2-15
Moyenne protection	15-30
Haute protection	30-50
Très haute protection	>50

#### 1.7.2.2. Méthodes *in vitro* de détermination des FPS

Les méthodes *in vitro* de détermination des FPS pour se substituer aux méthodes *in vivo* ont été développées dans un souci d'éthique, mais aussi économique car elles sont rapides et moins coûteuses.

Le principe général est basé sur la mesure par spectrophotométrie de la transmittance d'un film mince de produit appliqué sur un substrat transparent aux UV, chimiquement et physiquement stable, résistant aux solvants et non fluorescent. La mesure est pondérée avec l'efficacité spectrale de l'érythème (FPS) ou de la PPD (CP UVA), le spectre d'irradiance de la source ainsi qu'avec des facteurs de correction visant à « équilibrer » les résultats avec ceux des tests *in vivo*. En effet, de nombreuses méthodes ont été proposées et les différences entre ces méthodes relèvent du type de support (les deux les plus utilisés sont le Transpore TM ou la plaque de polyméthacrylate de méthyle [PMMA]) et de la manière d'appliquer le PPS sur celui-ci (quantité et technique d'étalement).



**Figure 9 : Méthode *in vitro* de détermination des FPS**

(<https://solarlight.com/the-standard-for-in-vitro-spf-testing/>)

(<https://www.chemicogroup.com/page/316/Instrument-UV.html>)

### ***1.7.2.3. Protection contre les UVA (Longueur d'onde critique et facteur de protection contre les UVA)***

Pour évaluer la protection anti UVA, il est actuellement recommandé d'associer une méthode *in vitro* reposant sur la détermination de la longueur d'onde critique et une méthode *in vivo* reposant sur la détermination de la pigmentation immédiate persistante (PPD-persistent pigmentation darkening). La détermination de PPD est réalisée par chromamétrie sur des volontaires sains deux heures après irradiation (Meunier, 2008).

La longueur d'onde critique ( $\lambda_c$ ) est définie comme la longueur d'onde en nm pour laquelle l'aire sous la courbe de densité optique intégrée de 290 nm à  $\lambda_c$  est égale à 90 % de l'aire intégrée de 290 à 400 nm. Plus la longueur d'onde critique ( $\lambda_c$ ) est élevée, meilleure est la couverture du PPS dans le domaine des UVA longs (UVA1) les plus délétères (Diffey *et al.*, 2000).

### **I.7.5. Classification des PPS**

L'Agence française de sécurité sanitaire appliquée aux produits de santé (Afssaps) dans le a proposé une nouvelle classification des PPS basée sur le caractère harmonieux de la protection contre les UVB et les UVA ([www.afssaps.sante.fr](http://www.afssaps.sante.fr)). Ainsi, un produit ne peut revendiquer le statut de PPS que s'il réunit l'ensemble des trois critères suivants :

- ✓ Un FPS d'au moins 6.
- ✓ Un FP-UVA (déterminé par la méthode PPD) dont la valeur est supérieure ou égale au tiers du FPS (ratio FPS/UVA-PF  $\leq$  3).
- ✓ Une longueur d'onde critique minimale de 370 nm.

Après avis de la commission européenne, les PPS sont classés selon leur FPS en quatre catégories (Tableau 7).

**Tableau 7 : Classification des produits de protection solaire selon la commission européenne**

Protection	FPS mesuré	FPS affiché	$\lambda_c$	FP-UVA
Faible	6 à 14	6 ou 10	$\geq 370$ nm	[ $\geq$ FPS/3]
Moyenne	15 à 29	15, 20 ou 25		
Haute	30 à 59	30 ou 50		
Très haute	$\geq 60$	50+		

**Références**

- Addor, F.A.S., Barcaui, C.B., Gomes, E.E., Lupi, O., Marçon, C.R., Miot, H.A., 2022. Sunscreen lotions in the dermatological prescription: review of concepts and controversies. *Anais Brasileiros de Dermatologia* 97, 204–222. <https://doi.org/10.1016/j.abd.2021.05.012>
- Beani, J.-C., 2022. Produits de protection solaire. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture* 35, 213–233. <https://doi.org/10.1016/j.jpp.2022.07.002>
- Bédane, C., Roelandts, R., 2007. Rayonnement ultraviolet: effets biologiques. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie* 134, 9–11. [https://doi.org/10.1016/S0151-9638\(07\)89238-6](https://doi.org/10.1016/S0151-9638(07)89238-6)
- Cefali, L.C., Ataide, J.A., Moriel, P., Foglio, M.A., Mazzola, P.G., 2016. Plant-based active photoprotectants for sunscreens. *Int J Cosmet Sci* 38, 346–353. <https://doi.org/10.1111/ics.12316>
- Chatzigianni, M., Pavlou, P., Siamidi, A., Vlachou, M., Varvaresou, A., Papageorgiou, S., 2022. Environmental impacts due to the use of sunscreen products: a mini-review. *Ecotoxicology* 31, 1331–1345. <https://doi.org/10.1007/s10646-022-02592-w>
- Diffey, B.L., Tanner, P.R., Matts, P.J., Nash, J.F., 2000. In vitro assessment of the broad-spectrum ultraviolet protection of sunscreen products. *Journal of the American Academy of Dermatology* 43, 1024–1035. <https://doi.org/10.1067/mjd.2000.109291>
- Dréno, B., 2009. Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie* 136, S247–S251. [https://doi.org/10.1016/S0151-9638\(09\)72527-X](https://doi.org/10.1016/S0151-9638(09)72527-X)
- Dréno, B., 2008. Anatomie, immunologie de la peau et de ses annexes. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie* 135, 149–152. [https://doi.org/10.1016/S0151-9638\(08\)70070-X](https://doi.org/10.1016/S0151-9638(08)70070-X)

- Egambaram, O.P., Kesavan Pillai, S., Ray, S.S., 2020. Materials Science Challenges in Skin UV Protection: A Review. *Photochem Photobiol* 96, 779–797.  
<https://doi.org/10.1111/php.13208>
- Ferreira Cestari, T., Bazanella de Oliveira, F., Catucci Boza, J., 2012. Photoprotection et maladies cutanées. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie* 139, S83–S91.  
[https://doi.org/10.1016/S0151-9638\(12\)70116-3](https://doi.org/10.1016/S0151-9638(12)70116-3)
- Garnacho Saucedo, G.M., Salido Vallejo, R., Moreno Giménez, J.C., 2020. Effects of solar radiation and an update on photoprotection. *Anales de Pediatría (English Edition)* 92, 377.e1-377.e9. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2020.04.003>
- Ginot, A., Doyen, J., Hannoun-Lévi, J.-M., Courdi, A., 2010. Dose de tolérance des tissus sains : la peau et les phanères. *Cancer/Radiothérapie* 14, 379–385.  
<https://doi.org/10.1016/j.canrad.2010.03.015>
- Gromkowska- Kępa, K.J., Puścion- Jakubik, A., Markiewicz- Żukowska, R., Socha, K., 2021. The impact of ultraviolet radiation on skin photoaging — review of in vitro studies. *J of Cosmetic Dermatology* 20, 3427–3431.  
<https://doi.org/10.1111/jocd.14033>
- Kurzawa, M., Wilczyńska, E., Brudzyńska, P., Sionkowska, A., 2022. Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity and UV Radiation Protection Properties of Marigold (*Calendula officinalis*), Carrot (*Daucus carota*), Tomato (*Solanum lycopersicum*) and Hop (*Humulus lupulus*) Extracts. *Cosmetics* 9, 134.  
<https://doi.org/10.3390/cosmetics9060134>
- Lautenschlager, S., Wulf, H.C., Pittelkow, M.R., 2007. Photoprotection. *The Lancet* 370, 528–537.

- Laverdet, B., Girard, D., Desmoulière, A., 2018. Physiologie de la peau, réparation cutanée et réaction stromale. *Actualités Pharmaceutiques* 57, 20–23.  
<https://doi.org/10.1016/j.actpha.2018.10.004>
- Leccia, M.-T., Lebbe, C., Claudel, J.-P., Narda, M., Basset-Seguin, N., 2019. New Vision in Photoprotection and Photorepair. *Dermatol Ther (Heidelb)* 9, 103–115.  
<https://doi.org/10.1007/s13555-019-0282-5>
- Meunier, L., 2014. Photoprotection interne. *Cosmétologie et Dermatologie esthétique* 9, 1–6.  
[https://doi.org/10.1016/S2211-0380\(14\)49427-4](https://doi.org/10.1016/S2211-0380(14)49427-4)
- Meunier, L., 2008. Photoprotection (interne et externe). *EMC - Dermatologie* 3, 1–14.  
[https://doi.org/10.1016/S0246-0319\(08\)48433-9](https://doi.org/10.1016/S0246-0319(08)48433-9)
- Pangestuti, R., Siahaan, E., Kim, S.-K., 2018. Photoprotective Substances Derived from Marine Algae. *Marine Drugs* 16, 399. <https://doi.org/10.3390/md16110399>
- Pawlowski, S., Herzog, B., Sohn, M., Petersen-Thiery, M., Acker, S., 2021. EcoSun Pass: A tool to evaluate the ecofriendliness of UV filters used in sunscreen products. *Int J Cosmet Sci* 43, 201–210. <https://doi.org/10.1111/ics.12681>
- Sabzevari, N., Qiblawi, S., Norton, S.A., Fivenson, D., 2021. Sunscreens: UV filters to protect us: Part 1: Changing regulations and choices for optimal sun protection. *International Journal of Women's Dermatology* 7, 28–44.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.05.017>

*Chapitre II*  
*Capnophyllum peregrinum*  
*Apiaceae*

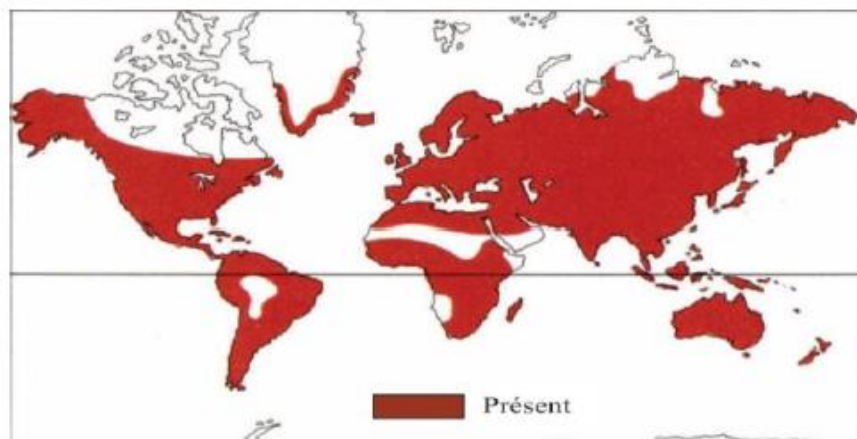


## II.1. Généralité

Les Apiacées (anciennement Ombellifères) sont une famille regroupant des plantes médicinales et aromatiques (Spinozzi *et al.*, 2021), sont l'une des familles de plantes à fleurs (Angiospermes) qui comprend près de 300 à 455 genres et 3 000 à 3 750 espèces réparties dans tout le monde (Thiviya *et al.*, 2021). Dans la flore Algérienne cette famille est représenté par 55 genres incluent de nombreuses espèces (Quézel *et Santa*, 1963).

## II.2. Répartition géographique des Apiacées

Les espèces de la famille des Apiacées sont presque présentes dans le monde entier (Zengin *et al.*, 2019) et notamment les régions tempérées mais surtout dans l'hémisphère Nord (Figure10).



**Figure 10 : Répartition géographique mondiale des Apiacées  
(Heywood., 1996)**

## II.3. Caractères généraux des Apiacées

Les caractéristiques principales des Apiacées sont : la nature herbacée aromatique, les feuilles non stipulées et disposées d'une façon alterne, les tiges creuses, les petites fleurs, les inflorescences en ombelle simple ou composée (Figure 11), et les fruits ou les graines

indéhiscents riches en huiles. Cette famille est bien connue pour ses arômes distinctifs en raison de la présence des cavités sécrétrices constituées de canaux schizogènes de résine, d'huile ou de mucilage qui sont situées dans les fruits, les tiges, les feuilles et les racines (Christensen and Brandt, 2006).

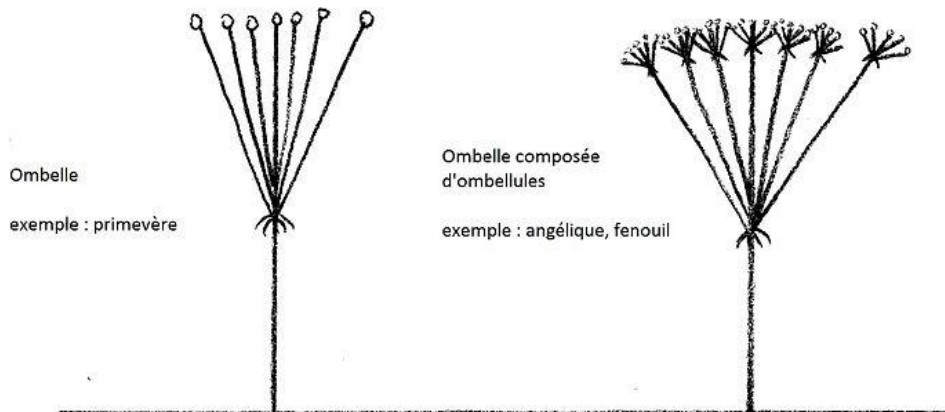


Figure 11 : Ombelle simple et ombelle composée des Apiacées

(<https://fannymesquida.wixsite.com/jardin-de-simples/single-post/2016-1-20-inflorescences>)

#### II.4. Classification de la famille des Apiacées

Selon la classification botanique de Cronquist (1981), le système de localisation de la famille est le suivant :

Tableau 8 : Classification des Apiacées selon Cronquist

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Sous-classe</b>	Rosidae
<b>Ordre</b>	Apiales
<b>Famille</b>	Apiaceae (L.)

### II.5. Intérêts économiques et effets thérapeutiques des Apiacées

Les plantes de cette famille ont une importance économique (Zengin *et al.*, 2020), qui sont également utilisées à différentes fins (Sayed-Ahmad *et al.*, 2017) notamment dans : l'industrie alimentaire, les domaines pharmaceutique et cosmétique.

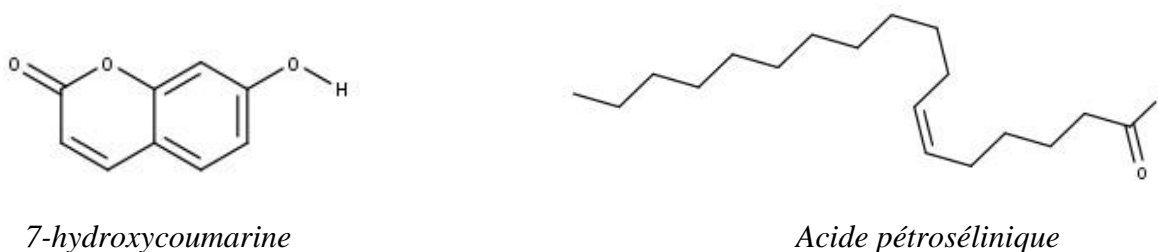
Certaines Apiacées sont des épices, qui ont été largement utilisées comme arômes, assaisonnements et colorants, et parfois comme conservateurs dans le monde entier depuis l'Antiquité, notamment en Inde, en Chine et dans de nombreux autres pays d'Asie du Sud-Est (Thiviya *et al.*, 2021b).

Dans le domaine cosmétologique, les extraits de certaines Apiacées sont utilisés comme écran solaire naturel dans les formulations cosmétiques et comme source précieuse d'antioxydants naturels, par exemple l'espèce *Daucus carota* (la carotte) et *Coriandrum sativum* (la coriandre) sont utilisées dans les écrans solaires car elles la 7-hydroxycoumarine (Figure 12)

,qui absorbe fortement la lumière ultraviolette à plusieurs longueurs d'onde (300, 305, 325) (Stahl and Sies, 2012).

De plus, les huiles essentielles de certaines Apiacées sont utilisées dans les crèmes pour la peau, les lotions, les pommades et d'autres produits cosmétiques et de soins personnels. Il bien mentionné que les huiles essentielles des espèces: *Pimpinella anisum* (anis), *Carum carvi* (carvi), *Coriandrum sativum* (coriandre), *Cuminum cyantum* (cumin) et fenouil (*Foeniculum*) sont utilisées dans l'industrie cosmétique car il possède des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et antiseptiques, anti-inflammatoires et anticancéreuses (Sharifi-Rad *et al.*, 2017), (Abate *et al.*, 2021).

Les graines des Apiacées sont considérées comme une source prometteuse de l'acide gras peu courant l'acide pétrosélinique (Figure 12) : sa teneur dans les huiles de graines d'Apiaceae est généralement supérieure à 50%. Cet acide gras est le seul isomère naturel de l'acide oléique, ayant plusieurs applications industrielles comme matière première oléochimique de haute valeur (Bagci, 2007). Il a aussi rapporté que l'addition des huiles riches en acide pétrosélinique dans des produits alimentaires donne lieu à un certain nombre d'avantages en améliorant leurs propriétés texturales sans augmenter le taux de cholestérol LDL dans le sérum sanguin. En plus de son potentiel anti-inflammatoire, l'acide pétrosélinique peut être utilisé dans des formulations cosmétiques impliquées dans le traitement et le soin de la peau en tant qu'agent hydratant (Delbeke *et al.*, 2016).



**Figure 12 : Composés utilisés en cosmétologie**

De plus, plusieurs espèces de cette famille constituent une excellente source d'huiles essentielles, plus de 760 composants de différentes classes chimiques avec un intérêt pharmaceutique élevé sont détectés dans les huiles essentielles au sein de cette famille (Acimovic *et al.*, 2015).

Il a rapporté que certaines espèces sont utilisées à des fins médicales, et notamment comme remèdes traditionnels pour traiter plusieurs troubles (Spinozzi *et al.*, 2021).

En effet, plusieurs études récentes ont également rapporté que plusieurs Apiacées sont de bonnes sources de substances phytochimiques bioactives antioxydants, antibactériens, antibiotiques ou antimicrobiens et anti-inflammatoires, antidiabétiques, anticancérigènes, cardioprotecteurs, antihyperglycémiques, hypolipidémiques (Khalil *et al.*, 2018), (Saleem *et al.*, 2017), (Pandey *et al.*, 2012).

## II.6. Présentation de l'espèce *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lag

### II.6.1. Généralité

Le genre *Capnophyllum* Gaertner appartenant à la famille des Apiacées, est un genre de petites herbes annuelles, son nom est dérivé du mot grec Capno qui signifie fumée, et Phylum qui signifie feuille (Magee *et al.*, 2009). Ce genre est représenté dans la flore algérienne par une seule espèce connue sous le nom *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lange. Il a également été mentionné dans la littérature que les racines de cette espèce sont utilisées comme légumes (Gijbels *et al.*, 1984).

### II.6.2. Caractères généraux de l'espèce *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lag

Espèce assez rare dans les cultures annuelles et pérennes du nord de l'Algérie, multipliés par les graines, préférence pour les sols profonds, plus ou moins marnes d'argile (Pierre Gérard *et al.*, 2021).

### II.6.2.1. Plantule

Les cotylédons sont linéaires-lancéolés, 20-30 x 1 mm, effilés en pétioles. Les feuilles d'origine sont trilobées, pétiolées, disposées en rosettes et glabres. L'hypocotyle est courte et légèrement brun. Semis vert clair. (Pierre Gérard *et al.*, 2021)

### II.6.2.2. Plante adulte

La tige a deux branches vers le haut, dures, striées et glabres, atteignant 60 cm de haut. Les feuilles sont tripennées avec des lobes linéaires-lancéolés. Le pétiole est élargi et membraneux à la base. Fleurs blanches. Fruit en forme d'akène, presque sessile, ovoïde, aplati latéralement, à côtes très saillantes, fortes rides transversales, 4-6 mm de long. (Pierre Gérard *et al.*, 2021).



(A): Plantule



(B): Plante adulte

Figure 13 : Espèce *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lag

### II.6.3. Classification de L'espèce *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lag

La classification botanique de l'espèce *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lag selon Cronquist est représentée dans le (Tableau 9).

Tableau 9 : Classification de l'espèce *Capnophyllum peregrinum* (L.) Lag

<b>Nom classé</b>	Boite
<b>Royaume</b>	Plantes
<b>Phylum</b>	trachéophyte
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Apiales
<b>Famille</b>	Apiacées
<b>Genre</b>	Capnophyllum
<b>Espèce</b>	<i>Capnophyllum</i> <i>peregrinum</i> (L.)Lag

**Références**

- Abate, L., Bachheti, A., Bachheti, R.K., Husen, A., Getachew, M., Pandey, D.P., 2021. Potential Role of Forest-Based Plants in Essential Oil Production: An Approach to Cosmetic and Personal Health Care Applications, in: Husen, A., Bachheti, R.K., Bachheti, A. (Eds.), *Non-Timber Forest Products*. Springer International Publishing, Cham, pp. 1–18. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-73077-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-73077-2_1)
- Acimovic, M., Kostadinovic, L., Popovic, S., Dojcinovic, N., 2015. Apiaceae seeds as functional food. *J. Agric. Sci. Belgrade* 60, 237–246. <https://doi.org/10.2298/JAS1503237A>
- Bagci, E., 2007. Fatty acids and tocopherol patterns of some Turkish Apiaceae (Umbelliferae) plants; a chemotaxonomic approach. *Acta Bot. Gallica* 154, 143–151. <https://doi.org/10.1080/12538078.2007.10516050>
- Christensen, L.P., Brandt, K., 2006. Bioactive polyacetylenes in food plants of the Apiaceae family: Occurrence, bioactivity and analysis. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 41, 683–693. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2006.01.057>
- Delbeke, E.I.P., Everaert, J., Uitterhaegen, E., Verweire, S., Verlee, A., Talou, T., Soetaert, W., Van Bogaert, I.N.A., Stevens, C.V., 2016. Petroselinic acid purification and its use for the fermentation of new sophorolipids. *AMB Express* 6, 28. <https://doi.org/10.1186/s13568-016-0199-7>
- Gijbels, M., Fischer, F., Scheffer, J., Svendsen, A., 1984. Phthalides in Roots of *Capnophyllum peregrinum* and *Peucedanum ostruthium*. *Planta Med.* 50, 110–110. <https://doi.org/10.1055/s-2007-969639>



- Heywood V. H., 1996. Les plantes à fleurs 306 Familles de la flore mondiale. Nathan. Paris. 335 p.
- Khalil, N., Ashour, M., Fikry, S., Singab, A.N., Salama, O., 2018. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of selected Apiaceous fruits. *Future J. Pharm. Sci.* 4, 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.fjps.2017.10.004>
- Magee, A.R., Van Wyk, B.-E., Tilney, P.M., Downie, S.R., 2009. A taxonomic revision of *Capnophyllum* (Apiaceae: Apioideae). *South Afr. J. Bot.* 75, 283–291. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.02.001>
- Pandey, M.M., Vijayakumar, M., Rastogi, S., Rawat, A.K.S., 2012. Phenolic Content and Antioxidant Properties of Selected Indian Spices of Apiaceae. *J. Herbs Spices Med. Plants* 18, 246–256. <https://doi.org/10.1080/10496475.2012.680548>
- Quezel, P.; Santa, S. New flora of Algeria and southern desert regions. *J. Agric. Trop. Bot. Appl.* 1965, 12, 784.
- Saleem, F., Sarkar, D., Ankolekar, C., Shetty, K., 2017. Phenolic bioactives and associated antioxidant and anti-hyperglycemic functions of select species of Apiaceae family targeting for type 2 diabetes relevant nutraceuticals. *Ind. Crops Prod.* 107, 518–525. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.023>
- Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Saad, Z., Hijazi, A., Merah, O., 2017. The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Ind. Crops Prod.* 109, 661–671. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.027>
- Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, G., Daglia, M., Sharifi-Rad, Mehdi, Valussi, M., Tundis, R., Sharifi-Rad, Marzieh, Loizzo, M., Ademiluyi, A., Sharifi-Rad, R., Ayatollahi, S., Iriti, M., 2017. Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoecology to Traditional Healing Systems. *Molecules* 22, 70. <https://doi.org/10.3390/molecules22010070>

- Spinozzi, E., Maggi, F., Bonacucina, G., Pavela, R., Boukouvala, M.C., Kavallieratos, N.G., Canale, A., Romano, D., Desneux, N., Wilke, A.B.B., Beier, J.C., Benelli, G., 2021. Apiaceae essential oils and their constituents as insecticides against mosquitoes—A review. *Ind. Crops Prod.* 171, 113892. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113892>
- Stahl, W., Sies, H., 2012.  $\beta$ -Carotene and other carotenoids in protection from sunlight. *Am. J. Clin. Nutr.* 96, 1179S-1184S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.034819>
- Thiviya, P., Gamage, A., Piumali, D., Merah, O., Madhujith, T., 2021a. Apiaceae as an Important Source of Antioxidants and Their Applications. *Cosmetics* 8, 111. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040111>
- Zengin, G., Mahomoodally, M.F., Paksoy, M.Y., Picot-Allain, C., Glamocilja, J., Sokovic, M., Diuzheva, A., Jekő, J., Cziáky, Z., Rodrigues, M.J., Sinan, K.I., Custodio, L., 2019. Phytochemical characterization and bioactivities of five Apiaceae species: Natural sources for novel ingredients. *Ind. Crops Prod.* 135, 107–121. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.033>
- Zengin, G., Sinan, K.I., Ak, G., Mahomoodally, M.F., Paksoy, M.Y., Picot-Allain, C., Glamocilja, J., Sokovic, M., Jekő, J., Cziáky, Z., Rodrigues, M.J., Pereira, C.G., Custodio, L., 2020. Chemical profile, antioxidant, antimicrobial, enzyme inhibitory, and cytotoxicity of seven Apiaceae species from Turkey: A comparative study. *Ind. Crops Prod.* 153, 112572. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112572>

***Chapitre III***  
***Description des travaux***  
***personnels***

### III.1. Récolte de la matière végétale

Les parties aériennes de l'espèce *Capnophyllum. Peregrinum* (L.) Lag ont été collectées en mai 2018 à Elkala. La plante a été identifiée par le Prof. Dr. H. Laouer botaniste du Département de biologie et d'écologie végétale, Université Ferhat Abbas (Sétif, Algérie).

### III.2. Extraction

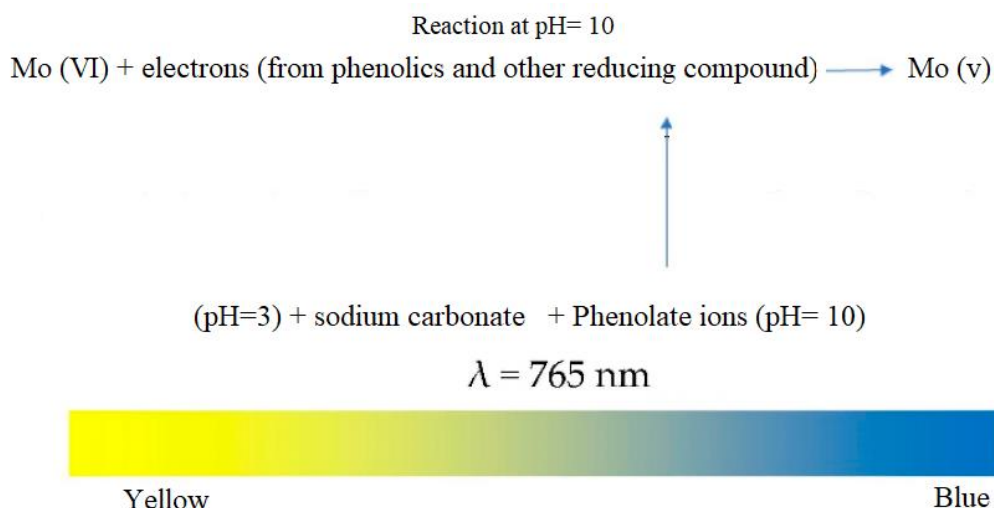
Une quantité de trois cent grammes des parties aériennes de l'espèce *C. peregrinum* est mise à macérer dans un mélange hydro-alcoolique (Méthanol 70%) à chaud pendant 72 heures. La solution obtenue est filtrée et concentrée sous pression réduite à une température inférieure à 45°C (extrait méthanolique brut). L'extrait méthanolique brut obtenu est replit par l'eau bouillante, une décantation pendant une nuit permis d'éliminer la chlorophylle. La solution obtenue est filtrée, et le filtrat a subi des extractions de type liquide-liquide en utilisant des solvants de polarité croissante en commençant par l'acétate d'éthyle et ensuite le *n*-butanol. Les phases organiques récupérées sont concentrées sous pression réduite à sec et pesées.

### III.3. Dosage des phénols et flavonoïdes

#### III.3.1. Teneur en phénols totaux (TPC)

La méthodologie de Folin-Ciocalteu est le test le plus couramment utilisé pour déterminer la teneur totale en composés phénoliques de diverses plantes.

Au cours de cette méthode, l'interaction entre le réactif Folin-Ciocalteu et les composés phénoliques se produit en milieu alcalin (pH=10), que l'on atteint en ajoutant du carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Dans cette condition de base, la dissociation d'un proton phénolique conduit à la formation d'un ion phénolate, qui est responsable de la réduction du réactif F-C. Lors de la réduction, la couleur jaune intense du réactif F-C se transforme en une couleur bleue (Figure 14), (Bibi Sadeer *et al.*, 2020).



**Figure 14 : Mécanisme du test Folin-Ciocalteu**

### III.3.1.1. Mode opératoire

La teneur en polyphénols des extraits est déterminée par la méthode de (**Boulacel *et al.*, 2019**). Brièvement, 300 $\mu$ l de chaque extrait (dissous dans le méthanol) ont été ajoutés à 1500 $\mu$ l de réactif de Folin-Ciocalteu (10 fois dilué). La solution a été mélangée et incubée pendant 4 minutes. Après l'incubation, 1200  $\mu$ l d'une solution de carbonate de sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (7,5%) a été ajoutée. Le mélange final a été secoué et puis incubé pendant 2 heures dans l'obscurité à température ambiante. L'absorbance a été mesurée par un spectrophotomètre à 765 nm.

La teneur en polyphénols totaux est exprimée en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g).

### III.3.2. Teneur en flavonoïdes totaux (TFC)

La teneur en flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation de complexes entre les composés phénoliques et le trichlorure d'aluminium. Les complexes produits sont de couleur jaune absorbent dans le visible.

### III.3.2.1. Mode opératoire

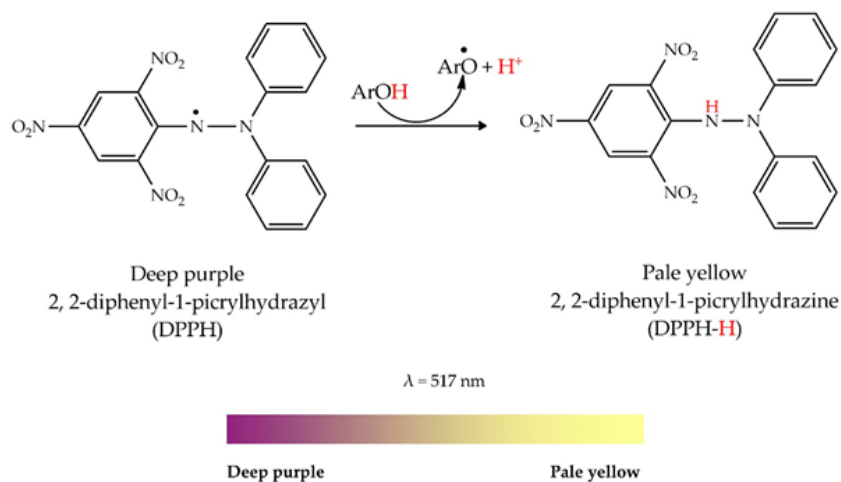
La teneur en flavonoïdes des extraits obtenus est déterminée par la méthode de (Ayad *et al.*, 2018). Un volume de 1 ml de chaque extrait (1mg/ mL dans le MeOH) a été ajouté à un volume égal d'une solution d'AlCl<sub>3</sub> (2% dans le méthanol). Le mélange final a été secoué et puis incubé pendant 10 min dans l'obscurité à température ambiante. L'absorbance a été mesurée par un spectrophotomètre à 430 nm.

La teneur en flavonoïdes totaux est exprimé en milligrammes d'équivalent de quercétine par gramme d'extrait mg (EQ/g).

## III.4. Evaluation de l'activité antioxydante

### III.4.1. Piégeage du radical 2-diphényl-picrylhydrazyl (DPPH)

Le test DPPH (2,2-diphénylpicrylhydrazyl) est une méthode simple et rapide largement utilisée pour évaluer l'activité antioxydante. En effet le radical DPPH• est connu pour sa remarquable stabilité due à la délocalisation des électrons dans les anneaux aromatiques, et la présence de ces radicaux DPPH• donne lieu à une coloration violette foncée de la solution. Dans ce test essais, le radical DPPH• est neutralisé en acceptant un atome d'hydrogène ou un électron d'une espèce antioxydante (ou' agents réducteurs), ce qui le convertit en une forme réduite (DPPH ou DPPH-H). Il a été noté que la réduction des radicaux DPPH• par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution, et le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 517nm et de cette façon le potentiel antioxydant d'une substance ou un extrait de plante peut être déterminée (Bibi Sadeer *et al.*, 2020).



**Figure 15 : Mécanisme du test DPPH**

#### III.4.1.1. Mode opératoire

L'évaluation de l'effet scavenger des extraits vis-vis au radical DPPH a été évaluée selon le protocole décrit par (Lefahal *et al.*, 2022). Pratiquement, 400 $\mu$ l de chaque extrait à une concentration (1mg/ mL dans le MeOH) sont mélangées avec 1600 $\mu$ l d'une solution méthanolique de DPPH (0.004%). L'absorbance est lue à 517nm après une période d'incubation de 30 minutes à l'abri de la lumière et à une température ambiante.

L'effet de piégeage du radical DPPH est exprimé en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme d'extrait (mg EAA/ g).

#### III.4.2. Capacité antioxydante totale (TAC) par le test phosphomolybdène

Le test phosphomolybdène a été utilisé à l'origine pour quantifier la vitamine E dans les graines, mais compte tenu de sa simplicité et de sa sensibilité, son application a été étendue aux extraits de plante (Prieto *et al.*, 1999). Ce test largement utilisé par de nombreux chercheurs est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate  $\text{MoO}_4^{2-}$  à molybdène Mo (V)  $\text{MoO}^{2+}$  en présence d'un antioxydant pour former un

complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide, l'absorbance du complexe vert-bleu peut être lue à 695 nm (Bibi Sadeer *et al.*, 2020).

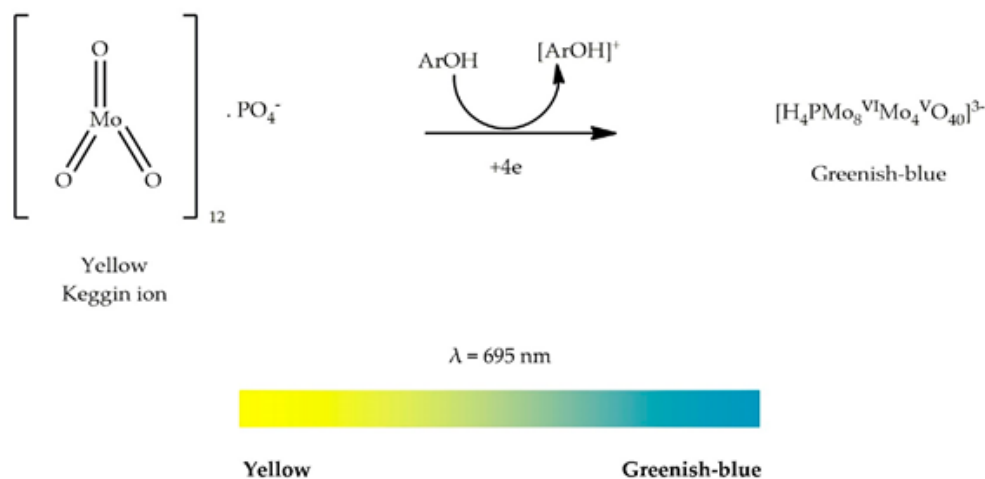


Figure 16 : Mécanisme du test phosphomolybdène

#### III.4.2.1. Mode opératoire

La capacité antioxydante totale (TAC) des extraits a été déterminée selon la méthode de phosphomolybdène décrite par (Cherfia *et al.*, 2020). Un volume de 300µl de chaque extrait (1mg/ mL dans le MeOH) est mélangé avec 3 ml de solution du réactif (0.6 M acide sulfurique, 28 mm de phosphate de sodium et 4 mm de molybdate d'ammonium). Les tubes contenant le mélange réactionnel sont incubés à 95C° pendant 90 min. Après refroidissement, l'absorbance des solutions est mesurée à 695nm.

La capacité antioxydante totale est exprimée en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme d'extrait (mg EAA/ g).

#### III.4.3. Activité de réduction par la formation du complexe Fe<sup>2+</sup>-phénanthroline

La méthode de la phénanthroline est basée sur la réduction de l'ion Fe<sup>3+</sup> en Fe<sup>2+</sup> par un antioxydant, l'ion Fe<sup>2+</sup> formé réagit ensuite avec l'ortho-phénanthroline pour former un complexe rouge orangé (Hammad *et al.*, 2017).



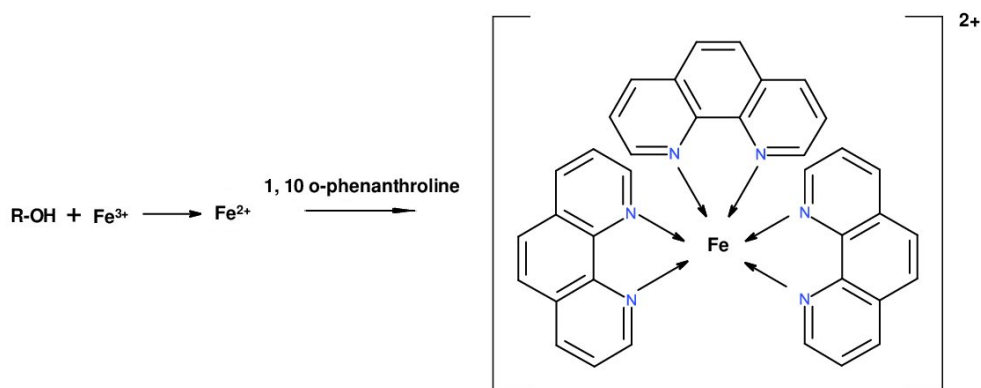


Figure 17 : Mécanisme du test phénanthroline

#### III.4.3.1. Mode opératoire

L'activité de réduction par la formation du complexe Fe<sup>+2</sup>-phénanthroline a été réalisée selon la méthode décrite par (Yefrida *et al.*, 2018) avec de quelques modification. Un volume de 0,6 mL de chaque extrait (1mg/ mL dans le MeOH) a été ajouté à un volume de 1 mL de FeCl<sub>3</sub> (0.2%) et 0,5 mL phénanthroline (0.5%), ensuite le volume est complété à 10 mL par le méthanol. Le mélange a été agité vigoureusement et incubé pendant 20 min à température ambiante. L'absorbance a été déterminée à 510 nm.

L'activité de réduction par la formation du complexe Fe<sup>+2</sup>-phénanthroline est exprimée en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme d'extrait (mg EAA/ g).

### III.5. Evaluation de l'effet photoprotecteur

#### III.5.1. Évaluation du potentiel de filtration des UV

Le potentiel de filtration des rayonnements UV de chaque extrait a été réalisé comme a été décrit par (Félix *et al.*, 2021). Pratiquement, l'absorption des rayonnements UV des extraits (100µg/mL) a été enregistrée entre 290 et 400 nm.

#### III.5.2. Détermination du facteur de protection solaire (FPS) *in vitro*

La détermination du FPS *in vitro* a été réalisée par la méthode de dilution (Rajnochová Svobodová *et al.*, 2018), (Correia *et al.*, 2021). Pour cela, une quantité de 10 mg d'échantillon a été pesé et dilué dans le MeOH (100µg/mL). Ensuite, un scan

spectrophotométrique aux longueurs d'onde 290 à 320 nm avec des intervalles de 5 nm a été réalisé et les absorbances sont enregistrées. Le FPS a été calculé en utilisant l'équation de Mansur (Sayre *et al.*, 1979).

$$\text{FPS} = \text{CF} \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \text{I}(\lambda) \text{abs}(\lambda)$$

EE ( $\lambda$ ) : le spectre de l'effet érythémateux, I ( $\lambda$ ) : le spectre de l'intensité du soleil, Abs ( $\lambda$ ) : absorbance, CF : facteur de correction (=10). Les valeurs du produit EE \* I sont des valeurs constantes, normalisées pour une longueur d'onde donnée.

### III.5.3. Evaluation de la protection contre les rayonnements UVA

#### III.5.3.1. Longueur d'onde critique $\lambda_c$

La longueur d'onde critique  $\lambda_c$  est la longueur d'onde à laquelle 90 % de l'aire sous la courbe d'absorbance est trouvée en considérant l'intégrale du spectre d'absorption de 290 à 400 nm avec un trajet optique de 1,0 cm (Panyakaew *et al.*, 2021). Ce paramètre est calculé en utilisant la formule suivante :

$$\int_{290}^{\lambda_c} A(\lambda) d(\lambda) = 0,9 \int_{290}^{400} A(\lambda) d(\lambda)$$

A( $\lambda$ ): absorbance monochromatique,  $\lambda$ : longueur d'onde.

Pour les longueurs d'onde critiques inférieures à 325 nm, il n'y a pas de protection contre les rayons UV, mais dans le cas d'une longueur d'onde critique supérieure à 370 nm, la protection contre les rayons UV est maximale (Kurzawa *et al.*, 2022).

**III.5.3.2. Rapport UVA/UVB**

Les extraits ont également été examinés pour leur rapport d'absorbance UVA/UVB selon le système Boots Star Rating (système de notation par étoiles). (Caballero-Gallardo *et al.*, 2022)

**Tableau 10** : Rapport UVA/UVB selon le système de notation par étoiles

Le rapport UVA/UVB	(0,0 - 0,2)	(0,2 - 0,4)	(0,4 - 0,6)	(0,6 - 0,8)	$\geq 0,8$
Protection contre UVA	Trop faible (-)	Modéré (*)	Bonne (**)	Supérieur (***)	Maximal (****)

Le rapport UVA/UVB a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\frac{\text{UVA}}{\text{UVB}} = \left[ \int_{320}^{400} A(\lambda) d(\lambda) / \int_{320}^{400} d(\lambda) \right] / \left[ \int_{290}^{320} A(\lambda) d(\lambda) / \int_{290}^{320} d(\lambda) \right]$$

$A(\lambda)$  : absorbance monochromatique,  $\lambda$ : longueur d'onde.

**Références**

- Ayad, R., Cakmak, Y. S., Ozusaglam, M. A., Medjroubi, K., & Akkal, S. (2018). *In vitro* antioxidant and antimicrobial activities of aerial parts of Algerian *Jurinea humilis* DC (Asteraceae). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 16(12), 2903. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v16i12.14>
- Bibi Sadeer, N., Montesano, D., Albrizio, S., Zengin, G., & Mahomoodally, M. F. (2020). The Versatility of Antioxidant Assays in Food Science and Safety—Chemistry, Applications, Strengths, and Limitations. *Antioxidants*, 9(8), 709. <https://doi.org/10.3390/antiox9080709>
- Boulacel, I., Harkati, B., Ayad, R., Demirtas, I., Laouer, H., & Akkal, S. (2019). Phytochemical Studies Antibacterial and Antioxidant Activities of Aerial Parts of *Ferula lutea* (Poir.) Maire. *Acta Scientifica Naturalis*, 6(1), 17- 25. <https://doi.org/10.2478/asn-2019-0003>
- Caballero-Gallardo, K., Quintero-Rincón, P., Stashenko, E. E., & Olivero-Verbel, J. (2022). Photoprotective Agents Obtained from Aromatic Plants Grown in Colombia : Total Phenolic Content, Antioxidant Activity, and Assessment of Cytotoxic Potential in Cancer Cell Lines of *Cymbopogon flexuosus* L. and *Tagetes lucida* Cav. Essential Oils. *Plants*, 11(13), 1693. <https://doi.org/10.3390/plants11131693>
- Cherfia, R., Zaiter, A., Akkal, S., Chaimbault, P., Abdelwahab, A. B., Kirsch, G., & Kacem Chaouche, N. (2020). New approach in the characterization of bioactive compounds isolated from *Calycotome spinosa* (L.) Link leaves by the use of negative electrospray ionization LITMS , LC-ESI-MS/MS, as well as NMR analysis. *Bioorganic Chemistry*, 96, 103535. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103535>
- Correia, P., Araújo, P., Ribeiro, C., Oliveira, H., Pereira, A. R., Mateus, N., de Freitas, V., Brás, N. F., Gameiro, P., Coelho, P., Bessa, L. J., Oliveira, J., & Fernandes, I. (2021).

- Anthocyanin-Related Pigments: Natural Allies for Skin Health Maintenance and Protection. *Antioxidants*, 10(7), 1038. <https://doi.org/10.3390/antiox10071038>
- Félix, C., Félix, R., Carmona, A. M., Januário, A. P., Dias, P. D. M., Vicente, T. F. L., Silva, J., Alves, C., Pedrosa, R., Novais, S. C., & Lemos, M. F. L. (2021). Cosmeceutical Potential of Grateloupia turuturu: Using Low-Cost Extraction Methodologies to Obtain Added-Value Extracts. *Applied Sciences*, 11(4), 1650. <https://doi.org/10.3390/app11041650>
- Hammad, MA., Omar, MA., Awad, M. (2017). Validation of sensitive spectrophotometric method for determination of Salmeterol xinafoate and Fenoterol hydrobromide via o-Phenanthroline and iron complexation. (2017). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2017.70607>
- Kurzawa, M., Wilczyńska, E., Brudzyńska, P., & Sionkowska, A. (2022). Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity and UV Radiation Protection Properties of Marigold (*Calendula officinalis*), Carrot (*Daucus carota*), Tomato (*Solanum lycopersicum*) and Hop (*Humulus lupulus*) Extracts. *Cosmetics*, 9(6), 134. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9060134>
- Lefahal, M., Makhloufi, E., Ayad, R., Boussetla, A., Elhattab, M., Keskin, M., & Akkal, S. (2022). Highlighting the Cosmeceutical Potential of the Edible Bunium alpinum Waldst& Kit (Apiaceae) Growing in Algeria: In vitro Antioxidant and Photoprotective Effects. *GAZI UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE*. <https://doi.org/10.35378/gujs.1052131>
- Panyakaew, J., Chalom, S., Sookkhee, S., Saiai, A., Chandet, N., Meepowpan, P., Thavornytikarn, P., & Mungkornasawakul, P. (2021). Kaempferia Sp. Extracts as UV Protecting and Antioxidant Agents in Sunscreen. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 27(1), 37- 56. <https://doi.org/10.1080/10496475.2020.1777614>

- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex : Specific Application to the Determination of Vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337- 341. <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>
- Rajnochová Svobodová, A., Gabrielová, E., Michaelides, L., Kosina, P., Ryšavá, A., Ulrichová, J., Zálešák, B., & Vostálová, J. (2018). UVA-photoprotective potential of silymarin and silybin. *Archives of Dermatological Research*, 310(5), 413- 424. <https://doi.org/10.1007/s00403-018-1828-6>
- Sayre, R. M., Agin, P. P., LeVee, G. J., & Marlowe, E. (1979). A COMPARISON OF IN VIVO AND IN VITRO TESTING OF SUNSCREENING FORMULAS. *Photochemistry and Photobiology*, 29(3), 559- 566. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1979.tb07090.x>
- Yefrida, Y., Suyani, H., Aziz, H., & Efdi, M. (2018). Comparison of Iron Reduction Methods on the Determination of Antioxidants Content in Vegetables Sample. *Oriental Journal of Chemistry*, 34(5), 2418- 2424. <https://doi.org/10.13005/ojc/340525>

*Chapitre IV*  
*Résultats et discussion*

## IV.1. Résultats et discussion

### IV.1.1. Teneur en polyphénols et flavonoïdes

#### IV.1.1.1. Teneur en polyphénols totaux TPC

La teneur en polyphénols a été estimée par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu. En effet, les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent d'acide gallique par mg d'extrait ( $\mu\text{g}$  EAG/mg) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée par l'acide gallique (Figure 18).

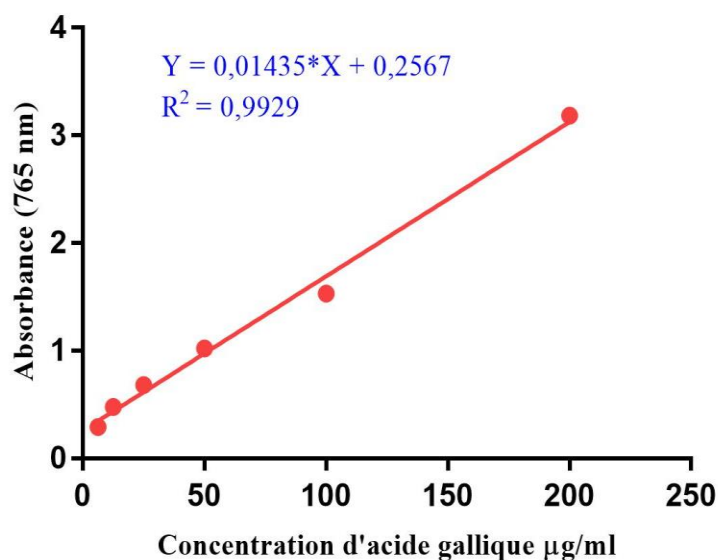


Figure 18 : Courbe d'étalonnage des polyphénols

Les résultats enregistrés lors de cette étude (Tableau 10, Figure 19) indiquent que l'extrait acétate d'éthyle *CP-EtOAc* est très riche en polyphénols ( $128,34 \pm 0,16 \mu\text{g}$  EAG/mg) par rapport à l'extrait butanolique *CP-BuOH* ( $123,69 \pm 0,68 \mu\text{g}$  EAG/mg), par contre l'extrait méthanolique *CP-MeOH* a enregistré la faible teneur en polyphénols ( $46,52 \pm 0,20 \mu\text{g}$  EAG/mg).



Tableau11 : Teneur en polyphénols et flavonoïdes totaux de l'espèce étudiée

Extrait	Polyphénols totaux ( $\mu\text{g AGE /mg}$ )	Flavonoïdes totaux ( $\mu\text{g QE /mg}$ )
CP-MeOH	46,52 $\pm$ 0,20	35,18 $\pm$ 2,11
CP-EtOAc	128,34 $\pm$ 0,16	93,36 $\pm$ 0,09
CP-BuOH	123,69 $\pm$ 0,68	96,13 $\pm$ 0,16

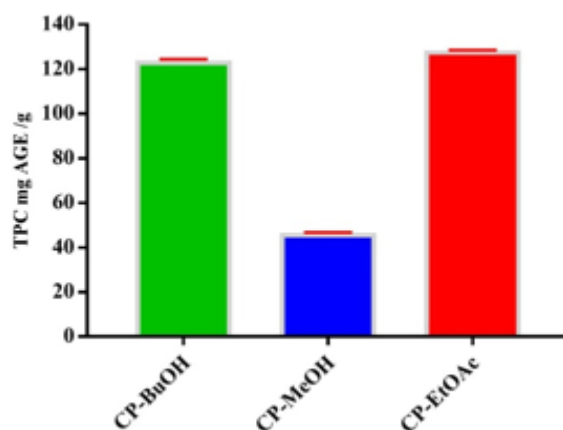


Figure 19 : Teneur en polyphénols TPC

#### IV.1.1.2. Teneur en flavonoïdes totaux TFC

La teneur en flavonoïdes totaux (TFC) a été déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage de la quercétine (Figure 20), et les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait.

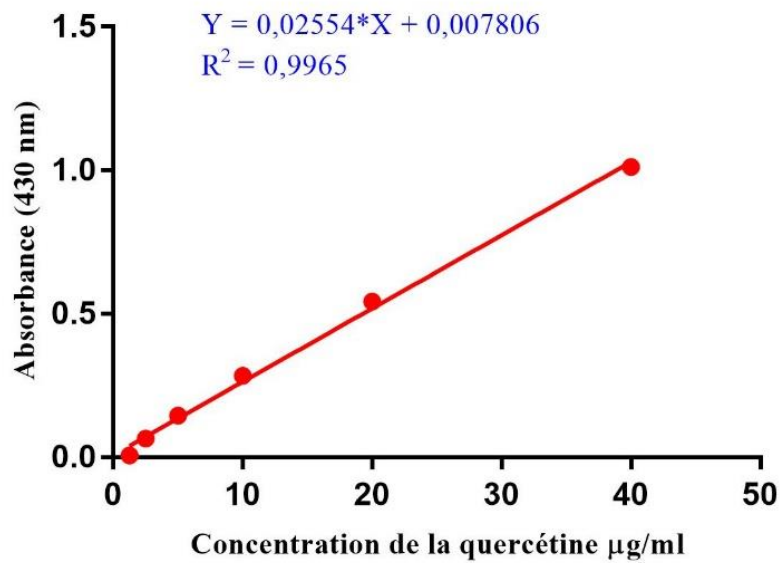


Figure 20 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

En étudiant les résultats obtenus (Tableau 10, Figure 21) il est bien constaté que l'extrait méthanolique a enregistré la faible teneur en flavonoïdes ( $35,18 \pm 2,11$  µg EQ/mg) par rapport aux autres extraits. Par ailleurs, l'extrait *CP*-EtOAc et *CP*-BuOH ont enregistré presque les mêmes résultats.

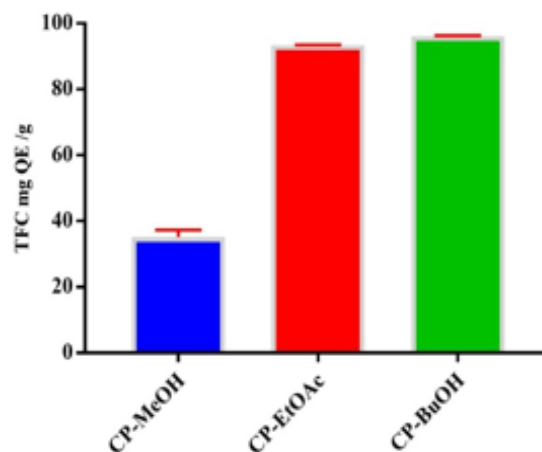


Figure 21 : Teneur en flavonoïdes totaux TFC

Il est important de noter que nos résultats sont en accord avec ceux reportés par d'autres auteurs indiquant la richesse des espèces appartenant à la famille des Apiacées en phénols et flavonoïdes (Hayet *et al.*, 2017).

#### IV.1.2. Evaluation de l'activité antioxydante *in vitro*

##### IV.1.2.1. Piégeage du radical 2-diphényl-picrylhydrazyl (DPPH)

Le pouvoir anti-radicalaire de nos extraits a été évalué par le test de Piégeage du radical 2-diphényl-picrylhydrazyl (DPPH). Dans ce test l'acide ascorbique (la vitamine C) est pris comme standard dont la courbe d'étalonnage est sous représentée (Figure 21). D'après les résultats enregistrés lors de notre étude (Tableau 11), il est bien noté que l'extrait CP-BuOH possède une importante activité antioxydante avec ( $21,43 \pm 0,33 \mu\text{g EAA /mg}$ ), suivi de l'extrait CP-MeOH ( $20,6 \pm 0,1 \mu\text{g EAA /mg}$ ) et l'extrait CP-EtOAc ( $19,78 \pm 0,08 \mu\text{g EAA /mg}$ ).

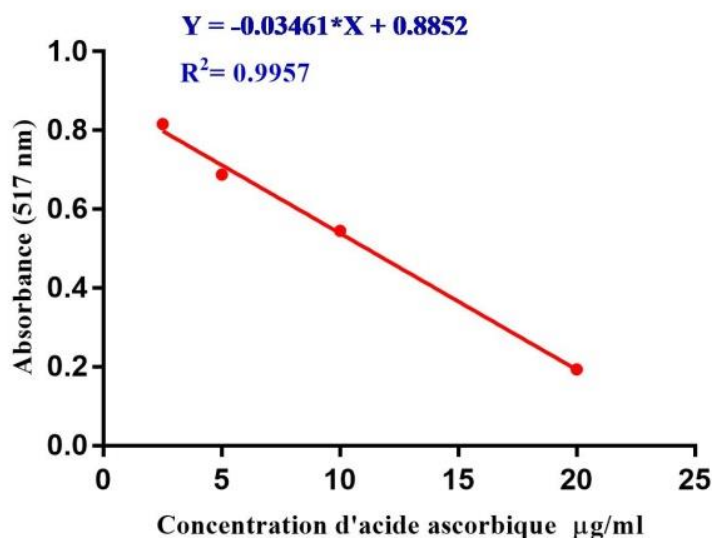
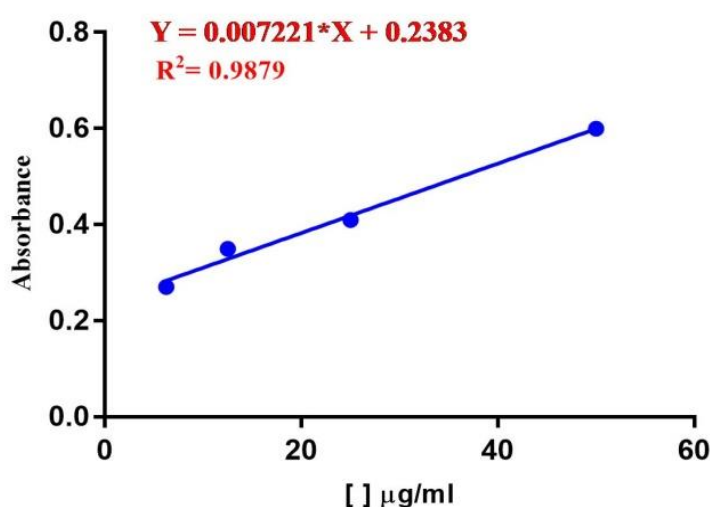


Figure 21 : Courbe d'étalonnage de l'acide Ascorbique (test DPPH)

Les composés phénoliques et flavonoïdes semblent être de bons candidats pour leurs activités biologiques et notamment le pouvoir antioxydant (Dehshiri *et al.*, 2013). Il a été prouvé que le potentiel antioxydant des plantes médicinales et aromatiques est en corrélation directe avec leur teneur en polyphénols et flavonoïdes (Lefahal *et al.*, 2022). Dans ce contexte l'activité anti radicalaire des extraits de l'espèce *C. peregrinum* (L.) Lag pourrait être expliquée par leurs teneurs en polyphénols et flavonoïdes.

#### IV.1.2.2. Activité de réduction par la formation du complexe $Fe^{+2}$ -phénanthroline

Le pouvoir réducteur des extraits étudiés a été évalué par le test Phénanthroline. Dans ce test l'acide ascorbique est pris comme standard dont la courbe d'étalonnage est sous représentée (Figure 22), et les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g EAA / mg}$ .



**Figure 22 : Courbe d'étalonnage de l'acide Ascorbique (test Phénanthroline)**

Les résultats de réduction par la formation du complexe  $Fe^{+2}$ -phénanthroline montrent que l'extrait *CP-EtOAc* ( $251,88 \pm 0,65 \mu\text{g EAA / mg}$ ) possède un pouvoir réducteur significatif supérieur à celui de l'extrait méthanolique *CP-MeOH* ( $38,83 \pm 2,93 \mu\text{g EAA / g}$ ).

### IV.1.2.3. Capacité antioxydante totale (TAC)

La capacité antioxydante des extraits étudiés a été évaluée par la méthode de Phosphomolybdène. Dans ce test l'acide ascorbique est pris comme standard dont la courbe d'étalonnage est sous représentée (Figure 23), et les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g EAA /mg}$ .

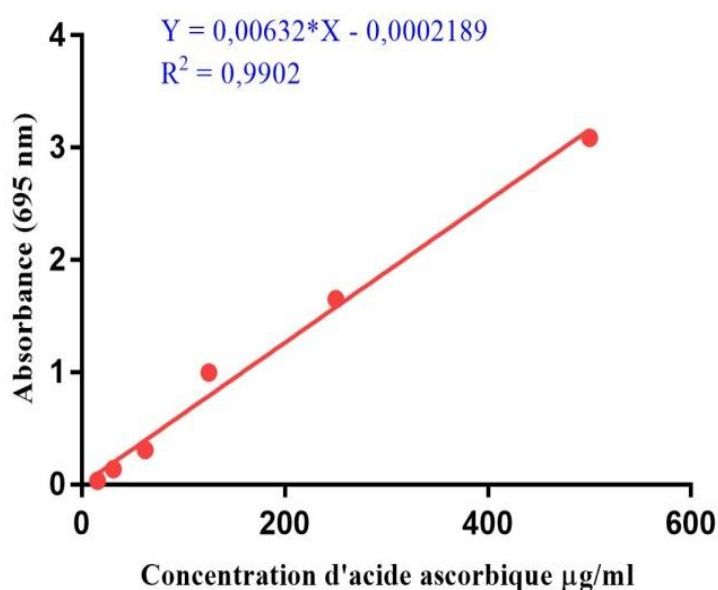


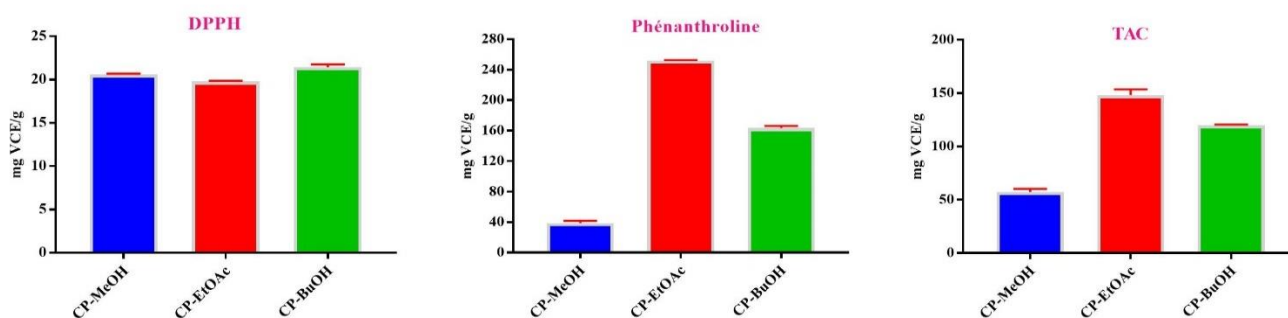
Figure 23 : Courbe d'étalonnage de l'acide Ascorbique

Les résultats de ce test révèlent que l'extrait *CP-EtOAc* ( $148 \pm 5,57 \mu\text{g EAA /mg}$ ) possède un pouvoir réducteur significatif. Par contre l'extrait *CP-MeOH* ( $57,37 \pm 2,83 \mu\text{g EAA/g}$ ) a enregistré le faible pouvoir antioxydant (Tableau 11).

La capacité antioxydante totale des extraits de l'espèce étudiée est probablement liée à leurs contenus en polyphénols, et flavonoïdes. En effet nos résultats sont en accord avec ceux de la littérature qui ont prouvé une corrélation entre la capacité antioxydante des plantes et leur teneur en polyphénols et flavonoïdes (Bourgou *et al.*, 2008).

Tableau12 : Courbe d'étalonnage de l'acide Ascorbique

Extrait	DPPH ( $\mu\text{g EAA /mg}$ )	Phénanthroline ( $\mu\text{g EAA /mg}$ )	TAC ( $\mu\text{g EAA /mg}$ )
CP-MeOH	20,6 $\pm$ 0,1	38,83 $\pm$ 2,93	57,37 $\pm$ 2,83
CP-EtOAc	19,78 $\pm$ 0,08	251,88 $\pm$ 0,65	148,03 $\pm$ 5,57
CP-BuOH	21,43 $\pm$ 0,33	163,53 $\pm$ 2,76	119,81 $\pm$ 0,82

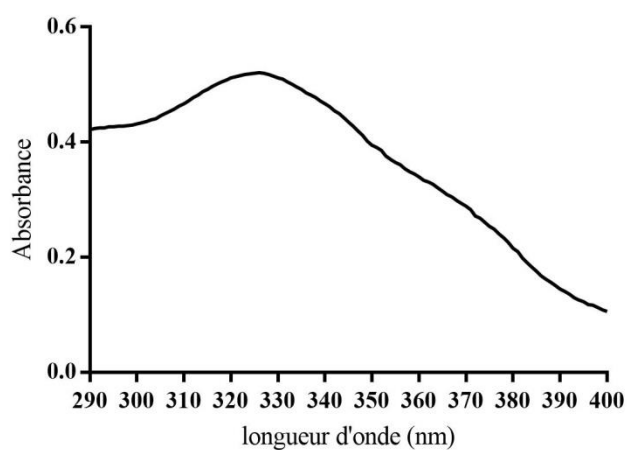
Figure 24 : Résultats de l'activité antioxydante de l'espèce *Capnophyllum périgrinum* (L.)Lag

### IV.1.3. Evaluation de l'activité photoprotectrice

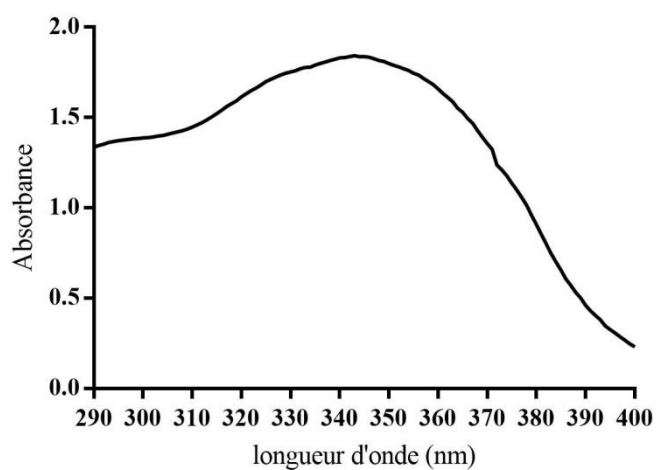
#### IV.1.3.1. Évaluation du potentiel de filtration des UV

Les extraits de plantes contiennent une grande variété de composés naturels tels que les polyphénols avec une large gamme de capacités d'absorption des UV, ce qui en fait de bons candidats pour la formulation des préparations photo-protectrices (Martínez-Inda *et al.*, 2023). En fait, il existe un grand nombre d'ingrédients botaniques approuvés pour leur utilisation dans les cosmétiques pour la protection de la peau (Ngoc *et al.*, 2019).

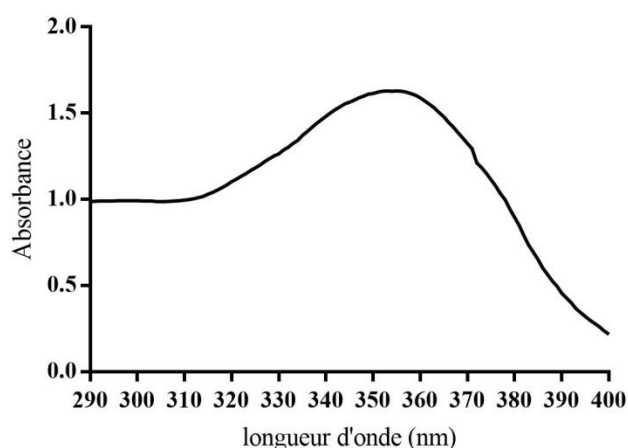
Les spectres d'absorption UV des extraits étudiés dans ce travail étaient très variés (voir Figure 25). Il est bien constaté que, tous les extraits ont absorbé le rayonnement UV dans la gamme 290-400 nm et les longueurs d'onde d'absorption maximale ( $\lambda_{\max}$ ) des extraits étaient de 326 nm (*CP*-MeOH), 343 nm (*CP*-EtOAc) et 355 nm (*CP*-BuOH), respectivement. C'est pourquoi, afin de connaître leur potentiel photoprotecteur pour de futures applications, il a été décidé d'évaluer leur potentiel photoprotecteur en mesurant les paramètres (FPS, UVA/UVB et  $\lambda_c$  nm).



(A)



(B)



(C)

**Figure 25 : Potentiel de filtration des rayonnements UV: (A : CP-MeOH), (B : CP-EtOAc), (C : CP-BuOH)**

#### IV.1.3.2. Evaluation du facteur de protection solaire (FPS) *in vitro*

Comme le montre les résultats mentionnés dans le Tableau 12, les extraits CP-EtOAc et CP-BuOH ont présenté les valeurs FPS les plus élevées, tandis que l'extrait de CP-MeOH a présenté la valeur FPS la plus faible. En utilisant ces valeurs comme indicateur de la protection contre les UVB, et selon les recommandations de la Commission européenne, les extraits étudiés lors de cette étude ont montré une efficacité photoprotectrice contre les rayonnements UVB (FPS *in vitro* 6,0), mais il est bien à noter que l'extrait CP-EtOAc avec un (FPS=15±0,96) semble d'être le bon candidat pour la formulation d'une préparation photoprotectrice.

**Tableau 13 : Résultats de l'activité photoprotectrice**

Extraits	$\lambda_{\max}$	FPS	UVA/UVB	Lambda critique ( $\lambda_c$ ) nm
CP-MeOH	326	5±0,35	0,74±0,001	375±0,00
CP-EtOAc	343	15±0,96	0,93±0,001	375,33±0,00
CP-BuOH	355	10,04±0,68	1,15±0,001	377±0,00



Photoprotection selon la commission européenne: une faible protection ( $6,0 \leq \text{FPS } in vitro \leq 14,9$ ), une protection moyenne ( $15,0 \leq \text{FPS } in vitro \leq 29,9$ ), une protection élevée ( $30,0 \leq \text{FPS } in vitro \leq 59,9$ ) et une protection très élevée ( $\text{FPS } in vitro \leq 60,0$ ) (**Fuentes et al., 2022**).

#### ***IV.1.3.3. Evaluation de la protection contre les rayonnements UVA***

Selon les recommandations FDA (**Fuentes et al., 2022**), les extraits étudiés ont également montré une efficacité de photoprotection à large spectre (UVA-UVB) le fait que ( $\lambda_c \geq 370$  nm).

Le rapport UVA/UVB a été estimé en termes d'étoiles (Matériels et méthodes), les résultats (tableau 12) tous les extraits sont été classé dans les catégories 3 et 4 étoiles de protection contre les UVA avec un rapport UVA/UVB  $>0,8$ .

Les résultats du facteur de protection solaire (FPS) et ceux de la protection à large spectre (pour les rayonnements UVA) enregistrés pour l'extrait acétate d'éthyle *CP-EtOAc* et butanolique *CP-BuOH* sont très prometteuses, ce qui attire l'intention vers ces deux extraits d'être utilisés dans la formulation de produits de protection solaire.

**Références**

- Bourgou, S., Ksouri, R., Bellila, A., Skandrani, I., Falleh, H., Marzouk, B., 2008. Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots. *Comptes Rendus Biologies* 331, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.11.001>
- Dehshiri, M.M., Aghamollaei, H., Zarini, M., Nabavi, S.M., Mirzaei, M., Loizzo, M.R., Nabavi, S.F., 2013. Antioxidant activity of different parts of *Tetrataenium lasiopetalum*. *Pharmaceutical Biology* 51, 1081–1085. <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.775594>
- Fuentes, J.L., Pedraza Barrera, C.A., Villamizar Mantilla, D.A., Flórez González, S.J., Sierra, L.J., Ocazonez, R.E., Stashenko, E.E., 2022a. Flower Extracts from Ornamental Plants as Sources of Sunscreen Ingredients: Determination by In Vitro Methods of Photoprotective Efficacy, Antigenotoxicity and Safety. *Molecules* 27, 5525. <https://doi.org/10.3390/molecules27175525>
- Fuentes, J.L., Pedraza Barrera, C.A., Villamizar Mantilla, D.A., Flórez González, S.J., Sierra, L.J., Ocazonez, R.E., Stashenko, E.E., 2022b. Flower Extracts from Ornamental Plants as Sources of Sunscreen Ingredients: Determination by In Vitro Methods of Photoprotective Efficacy, Antigenotoxicity and Safety. *Molecules* 27, 5525. <https://doi.org/10.3390/molecules27175525>
- Hayet, E.K., Hocine, L., Meriem, E.K., 2017. Chemical composition and biological activities of the essential oils and the methanolic extracts of *Bunium incrassatum* and *Bunium alpinum* from Algeria. *J. Chil. Chem. Soc.* 62, 3335–3341. <https://doi.org/10.4067/S0717-97072017000100006>

- Lefahal, M., Makhloufi, E., Ayad, R., Boussetla, A., Elhattab, M., KeskiN, M., Akkal, S., 2022. Highlighting the Cosmeceutical Potential of the Edible *Bunium alpinum* Waldst& Kit (Apiaceae) Growing in Algeria: in vitro Antioxidant and Photoprotective Effects. Gazi University Journal Of Science. <https://doi.org/10.35378/gujs.1052131>
- Martínez-Inda, B., Esparza, I., Moler, J.A., Jiménez-Moreno, N., Ancín-Azpilicueta, C., 2023. Valorization of agri-food waste through the extraction of bioactive molecules. Prediction of their sunscreen action. J. Environ. Manage. 325, 116460. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116460>
- Ngoc, Tran, Moon, Chae, Park, Lee, 2019. Recent Trends of Sunscreen Cosmetic: An Update Review. Cosmetics 6, 64. <https://doi.org/10.3390/cosmetics6040064>

*Conclusion et  
perspectives*

### **Conclusion et perspectives**

Le présent travail est consacré à l'étude de l'effet photoprotecteur de trois extraits biologiquement actifs d'une espèce appartenant à la flore Algérienne, il s'agit de *Capnophyllum peregrinum* (Apiaceae). L'étude a été entamée par une quantification des phénols et flavonoïdes suivi d'une évaluation de l'activité antioxydante afin de sélectionner les extraits les plus actifs. Ensuite ces extraits ont été évalués pour leur effet photoprotecteur. La photoprotection contre les rayonnements **UVB** a été évaluée en mesurant le facteur de protection solaire (**FPS**), et pour la protection contre les rayonnements UVA, les paramètres Lambda critique ( $\lambda_c$ ) et le rapport **UVA/UVB** sont également calculés.

Les résultats enregistrés ont mis en évidence la richesse des extraits acétate d'éthyle *CP-EtOAc* et butanolique *CP-BuOH* en polyphénols et flavonoïdes. Par ailleurs, l'activité antioxydante de trois extraits (*CP-MeOH*), (*CP-EtOAc*) et (*CP-BuOH*) respectivement, a été réalisée par trois méthodes (DPPH, Phénanthroline et TAC), les résultats obtenus ont révélé que les extraits étudiés présentent une bonne activité antioxydante et notamment les extraits (*CP-EtOAc*) et (*CP-BuOH*). En tous ce qui concerne l'effet photoprotecteur, les extraits étudiés ont montré leur efficacité photoprotectrice selon les recommandations de la Commission européenne et le FDA. Il est bien observé que l'extrait (*CP-EtOAc*) possède un bon effet photoprotecteur ( $FPS= 15\pm 0,96$ ), ( $\lambda_c= 375$ ) et ( $UVA/UVB= 0,93\pm 0,001$ ).

Sur la base des résultats obtenus, nous pouvons conclure que la capacité d'absorption des radiations a montré que ces extraits peuvent être utilisés comme un ingrédient cosmétique précieux dans différents produits. Cependant la teneur la plus élevée en composés polyphénoliques et flavoniques et la capacité antioxydante la plus élevée enregistrés lors de cette étude pour les extraits (*CP-EtOAc*) et (*CP-BuOH*) révèlent leur potentiel d'être appliqués dans les produits cosmétiques anti-âges.

## Résumé

Les extraits naturels issus des végétaux contiennent une variété de molécules biologiquement actives. Dans le présent travail nous nous sommes intéressés d'étudier l'effet photoprotecteur d'une espèce appartenant à la famille des Apiacées *Capnophyllum peregrinum* (L) Lag.

Le potentiel antioxydant de trois extraits (*CP-MeOH*, *CP-EtOAc* et *CP-BuOH*) a été étudié via trois *in vitro* tests : DPPH, TAC et de Phénanthroline.

Les résultats obtenus ont montré que l'extrait *CP-EtOAc* présente un pouvoir antioxydant très important dans le test de Phénanthroline ( $251,88 \pm 0,65 \mu\text{g EAA /mg}$ ) et de TAC ( $148,03 \pm 5,57 \mu\text{g EAA /mg}$ ).

L'analyse quantitative des trois extraits basée sur le dosage des composés phénoliques et des flavonoïdes témoigne la richesse de l'extrait *CP-EtOAc* en ces molécules avec une teneur de ( $128,34 \pm 0,16 \mu\text{g EAG/mg}$ ,  $93,36 \pm 0,09 \mu\text{g EQ/mg}$ ).

L'évaluation de l'effet photoprotecteur a été faite en mesurant les paramètres : FPS (pour la protection contre les UVB), UVA/UVB et Lambda critique (pour la protection à large spectre c'est-à-dire la protection contre les UVA). En effet, les résultats obtenus a révélé que tous les extraits ont absorbé le rayonnement UV dans les régions spectrales UVA et UVB, mais l'extrait *CP-EtOAc* a enregistré une activité photoprotectrice significative avec un ( $\text{FPS} = 15 \pm 0,96$ ,  $\text{UVA/UVB} = 0,93 \pm 0,001$  et  $\lambda_c = 375,33 \pm 0,00$ ).

Dans l'ensemble, les résultats de notre étude nous ont permis d'affirmer que *Capnophyllum peregrinum* (L) Lag pourrait être une bonne source de molécules bioactives avec de très bonnes propriétés antioxydantes et photoprotectives, pour cela, les extraits issus de cette plante peut être utilisée comme agent protecteur contre les rayonnements UV dans les différentes formulation cosmétiques.

**Mots clés** : Apiacées, activité photoprotectrice, activité antioxydante, DPPH, TAC, Phénanthroline, FPS.

## Abstract

Natural plant extracts contain a variety of biologically active molecules, and in this work we focused on the photoprotective effect of a species belonging to the Apiaceae family *Capnophyllum peregrinum* (L) Lag.

The quantitative analysis of the three extracts (*CP*-MeOH, *CP*-EtOAc and *CP*-BuOH) based on the determination of phenolic compounds and flavonoids shows that the *CP*-EtOAc extract is rich in these molecules, with a content of ( $128.34 \pm 0.16 \mu\text{g EAG/mg}$ ,  $93.36 \pm 0.09 \mu\text{g EQ/mg}$  respectively).

The antioxidant potential of *CP*-MeOH, *CP*-EtOAc and *CP*-BuOH extracts was studied using three different *in vitro* assays: DPPH, TAC and Phenanthroline. The results obtained showed that the *CP*-EtOAc extract exhibited significant antioxidant power particularly in the Phenanthroline ( $251.88 \pm 0.65 \mu\text{g EAA /mg}$ ) and TAC ( $148.03 \pm 5.57 \mu\text{g EAA /mg}$ ) assays.

The photoprotective effect was assessed by measuring the following parameters: FSP (for protection against UVB), UVA/UVB and critical Lambda (for broad-spectrum protection, i.e. protection against UVA). Indeed, the results obtained revealed that all extracts absorbed UV radiation in the UVA and UVB spectral regions, but the *CP*-EtOAc extract recorded significant photoprotective activity with a ( $\text{SPF} = 15 \pm 0.96$ ,  $\text{UVA/UVB} = 0.93 \pm 0.001$  and  $\lambda_c = 375.33 \pm 0.00$ ).

Overall, the results of our study enabled us to affirm that *Capnophyllum peregrinum* (L) Lag could be a good source of bioactive molecules with very good antioxidant and photoprotective properties, for that, extracts from this plant can be used as a protective agent against UV radiation in various cosmetic formulations.

*Key words:* Apiaceae, photoprotective activity, antioxidant activity, DPPH, TAC, Phenanthroline, SPF.

## الملخص

تحتوي المستخلصات النباتية الطبيعية على مجموعة متنوعة من الجزيئات النشطة بيولوجيا، وفي هذا العمل ركزنا على الدراسة الفعالية للحماية من الأشعة الشمسية لنوع نباتي ينتمي الى العائلة الخيمية المعروف بـ *Capnophyllum peregrinum* (L) Lag تمت دراسة الفعالية المضادة للأكسدة لثلاثة مستخلصات (*CP-MeOH*, *CP-EtOAc* et *CP-BuOH*) عن طريق استعمال ثلاثة اختبارات مختلفة: DPPH, TAC وPhénanthroline. ولقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المستخلص *CP-EtOAc* يحتوي على قوة مضادة للأكسدة عالية جدا في كلا الاختبارين Phénanthroline وTAC ( $148.03 \pm 5.57 \mu\text{g EAA /mg}$ ) و( $251.88 \pm 0.65 \mu\text{g EAA /mg}$ ) التحليل الكمي للمستخلصات الثلاثة على أساس تحديد المركبات الفينولية والفلافونويد يدل على أن المستخلص *CP-EtOAc* غني باهته المركبات ( $128,34 \pm 0,16 \mu\text{g EQ/mg}$ ) ( $93,36 \pm 0,09 \mu\text{g EAG/mg}$ ) تم تقييم فعالية الحماية من الأشعة الشمسية عن طريق قياس المعاملات التالية: FSP (للحماية من الأشعة فوق البنفسجية)، UVA/UV إضافة الى طول الموجة الحرجة  $\lambda_c$  (لحماية واسعة الطيف، أي الحماية ضد الأشعة فوق البنفسجية UVA). في الواقع، كشفت النتائج التي تم الحصول عليها أن جميع المستخلصات تمتص الأشعة فوق البنفسجية في المناطق الطيفية فوق الطويلة والمتوسطة، ولكن المستخلص *CP-EtOAc* سجل حماية من الأشعة الشمسية جيدة ( $\lambda_c = 375,33 \pm 0,00$ ).  $UVA/UVB = 0,93 \pm 0,001$   $FPS = 15 \pm 0,96$  ) بشكل عام، مكننا نتائج دراستنا من التأكيد على أن مستخلصات النبتة المدروسة يمكن ان تشكل مصدرا جيدا للجزيئات ذات الخصائص المضادة للأكسدة والحماية من الأشعة فوق البنفسجية، ولهذا السبب يمكن استخدام المستخلصات من هذا النبات كعامل وقائي ضد الأشعة فوق البنفسجية في مستحضرات التجميل المختلفة.



Année universitaire : 2022-2023

Présenté par : CHETTAH Nesrine

BOUFELLAGA Somia

## ***Effet photoprotecteur de quelques extraits bioactifs***

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie Appliquée.**

Les extraits naturels issus des végétaux contiennent une variété de molécules biologiquement actives. Dans le présent travail nous nous sommes intéressés d'étudier l'effet photoprotecteur d'une espèce appartenant à la famille des Apiacées *Capnophyllum peregrinum* (L) Lag.

Le potentiel antioxydant de trois extraits (*CP-MeOH*, *CP-EtOAc* et *CP-BuOH*) a été étudié via trois *in vitro* tests : DPPH, TAC et de Phénanthroline.

Les résultats obtenus ont montré que l'extrait *CP-EtOAc* présente un pouvoir antioxydant très important dans le test de Phénanthroline ( $251,88 \pm 0,65 \mu\text{g EAA /mg}$ ) et de TAC ( $148,03 \pm 5,57 \mu\text{g EAA /mg}$ ).

L'analyse quantitative des trois extraits basée sur le dosage des composés phénoliques et des flavonoïdes témoigne la richesse de l'extrait *CP-EtOAc* en ces molécules avec une teneur de ( $128,34 \pm 0,16 \mu\text{g EAG/mg}$ ,  $93,36 \pm 0,09 \mu\text{g EQ/mg}$ ).

L'évaluation de l'effet photoprotecteur a été faite en mesurant les paramètres : FPS (pour la protection contre les UVB), UVA/UVB et Lambda critique (pour la protection à large spectre c'est-à-dire la protection contre les UVA). En effet, les résultats obtenus a révélé que tous les extraits ont absorbé le rayonnement UV dans les régions spectrales UVA et UVB, mais l'extrait *CP-EtOAc* a enregistré une activité photoprotectrice significative avec un ( $\text{FPS}=15 \pm 0,96$ ,  $\text{UVA/UVB}= 0,93 \pm 0,001$  et  $\lambda_c=375,33 \pm 0,00$ ).

Dans l'ensemble, les résultats de notre étude nous ont permis d'affirmer que *Capnophyllum peregrinum* (L) Lag pourrait être une bonne source de molécules bioactives avec de très bonnes propriétés antioxydantes et photoprotectives, pour cela, les extraits issus de cette plante peut être utilisée comme agent protecteur contre les rayonnements UV dans les différentes formulation cosmétiques.

**Mots-clefs :** Apiacées, activité photoprotectrice, activité antioxydante, DPPH, TAC, Phénanthroline, FPS.

**Laboratoires de recherche :**

Laboratoire de valorisation des ressources naturelles molécules bioactives et analyses physico-chimiques et biologiques

**Président du jury :** Dr BELBACHE Hanane MCA Université Constantine 1

**Rapporteur :** Dr LEFAHAL Mostefa MCA Université Constantine 3

**Examineur :** Dr MOSBAH Asma MCA Université Constantine 1