



HAL
open science

Bénéfices et risques de l'application d'un produit solaire

Alexandra Capart

► **To cite this version:**

Alexandra Capart. Bénéfices et risques de l'application d'un produit solaire. Sciences pharmaceutiques. 2022. dumas-03622143

HAL Id: dumas-03622143

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03622143>

Submitted on 28 Mar 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

THESE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE
DEVANT LA FACULTE DE PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 31 JANVIER 2022

PAR

CAPART Alexandra

Né(e) le 08 aout 1996 à Marseille

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

TITRE :

BENEFICES ET RISQUES DE L'APPLICATION D'UN PRODUIT SOLAIRE

JURY :

Président : Professeur Philippe PICCERELLE, Laboratoire de Pharmacie
galénique, Faculté de Pharmacie, Marseille

Membres : Docteur Edwige TELLIER
Docteur Vanessa PLAISANT-GIANGRECO

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

ADMINISTRATION :

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, M. David BERGE-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, Mme Frédérique GRIMALDI, M. Guillaume HACHE
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Patrice VANELLE, M. Pierre TIMON-DAVID,
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Henri PORTUGAL, M. Philippe CHARPIOT
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Aurélie BELENGUER
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Nathalie BESNARD

DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

PROFESSEURS

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE	M. Philippe PICCERELLE

MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI
Mme Odile RIMET-GASPARINI
Mme Pascale BARBIER
M. François DEVRED
Mme Manon CARRE
M. Gilles BREUZARD
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Eric SEREE-PACHA
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE
M. Emmanuel CAUTURE
Mme Véronique ANDRIEU
Mme Marie-Pierre SAVELLI

BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE ET BIOTHERAPIES
PHARMACO ECONOMIE, E-SANTE

M. Jérémy MAGALON
Mme Carole SIANI

ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Angélique GOODWIN

DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE
Responsable : Professeur Françoise DIGNAT-GEORGE

PROFESSEURS

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
Mme Laurence CAMOIN-JAU
Mme Florence SABATIER-MALATERRE
Mme Nathalie BARDIN

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

M. Thierry AUGIER
M. Edouard LAMY
Mme Alexandrine
BERTAUD
Mme Claire CERINI

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Edwige TELLIER
M. Stéphane POITEVIN

MICROBIOLOGIE

Mme Aurélie LEROYER
M. Romaric LACROIX
Mme Sylvie COINTE

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE

Mme Michèle LAGET
Mme Anne DAVIN-REGLI
Mme Véronique ROUX
M. Fadi BITTAR
Mme Isabelle PAGNIER Mme
Sophie EDOUARD
M. Seydina Mouhamadou DIENE

BIOLOGIE CELLULAIRE

Mme Carole DI GIORGIO
M. Aurélien DUMETRE
Mme Magali CASANOVA
Mme Anita COHEN

Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

ATER

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

Mme Anne-Claire DUCHEZ

BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

Mme Alexandra WALTON

A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Mélanie VELIER

DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

Mme Catherine BADENS

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. David BERGE-LEFRANC

CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE – CHIMIE THERAPEUTIQUE

M. Pascal RATHELOT
M. Maxime CROZET

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE

M. Patrice VANELLE
M. Thierry TERME

PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOGNOSIE

Mme Evelyne OLLIVIER

MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS M. Charles DESMARCHELIER
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Pierre REBOUILLON
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Sandrine ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE Mme Fanny MATHIAS
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE	M. Riad ELIAS Mme Valérie MAHIOU-LEDDDET Mme Sok Siya BUN Mme Béatrice BAGHDIKIAN

MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Anne-Marie PENET-LOREC
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Cyril PUJOL
DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE	M. Marc LAMBERT
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA

A.H.U.

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	M. Mathieu CERINO
--	-------------------

ATER

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Duje BURIC
--	---------------

DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

PROFESSEURS

PHARMACIE CLINIQUE	M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Bruno LACARELLE Mme Frédérique GRIMALDI M. Joseph CICCOLINI

MAITRES DE CONFERENCES

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

A.H.U.

PHYSIOLOGIE / PHARMACOLOGIE	Mme Anaïs MOYON
PHARMACIE CLINIQUE	M. Florian CORREARD

ATER.

TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	Mme Anne RODALLEC
----------------------------------	-------------------

CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Marie-Hélène BERTOCCHIO, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Sylvain GONNET, Pharmacien titulaire
Mme Florence LEANDRO, Pharmacien adjoint
M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire
M. Patrick REGGIO, Pharmacien conseil, DRSM de l'Assurance Maladie
Mme Clémence TABELLE, Pharmacien-Praticien attaché
Mme TONNEAU-PFUG, Pharmacien adjoint
M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier
M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

Mise à jour le 23 janvier 2020

Remerciements

À mon jury,

Au professeur Philippe PICCERELLE, je vous remercie de me faire l'honneur de présider la soutenance. Je vous remercie également de l'intérêt que vous avez accordé à ce travail.

Au Docteur Edwige TELLIER, Maitre de thèse, je vous remercie de votre aide si précieuse dans la réalisation de ce travail. Merci également pour votre patience, et votre bienveillance.

Au Docteur Vanessa PLAISANT-GIANGRECO, merci d'avoir acceptée de siéger dans le jury, et de m'avoir prodiguée de précieux conseils concernant le métier de pharmacien lors de mon stage de sixième année.

À ma famille,

Papa, Maman, je vous remercie de votre soutien durant ces longues années d'études... Il m'aurait été difficile d'en arriver là où j'en suis, sans vous.

Votre patience, votre amour, et vos conseils au quotidien m'ont permis d'avancer dans la vie.

Je vous aime fort

A mon grand frère, qui n'a pas pu être présent à la suite de sa mutation à Tahiti, la pensée est là.

À mes amis

En particulier Manon, Émilie et Violaine, entre révisions et soirées, quelle aventure, merci d'avoir été là pour moi, nous avons bien profité de la vie pendant toutes ces années d'études.

Listes des abréviations

- UV : Ultraviolet
- OMS : Organisation mondiale de la santé
- DMLA : Dégénérescence maculaire liée à l'âge
- ADN : Acide désoxyribonucléique
- ERO : Espèces réactives de l'oxygène
- ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
- FPS : Facteur de protection solaire
- IR : Infra-rouge
- TiO₂ : Dioxyde de titane
- ZnO : Oxyde de zinc
- SPF : Sun protection Factor
- IP : Indice de protection
- PABA : Para-Amino Benzoic Acid
- MBC : Methylbenzylène
- EHMC : Ethylhexyl-Methoxycinnamate
- BP : Benzophénone
- OC : Octocrylène
- PPS : Produit de protection solaire
- CE : Certification Européenne

Sommaire

Introduction	14
PARTIE 1 : Sous le soleil	15
I/ Généralités sur le rayonnement solaire	16
1. Le rayonnement solaire	16
2. Les différents types de rayonnements UV	17
3. Les fonctions des différentes couches de la peau lors d'une exposition au soleil	19
4. L'index UV	21
II/ Principaux effets du soleil sur la peau	22
1. Effets bénéfiques	22
1.1 Le soleil, c'est bon pour le moral	22
1.2 La synthèse de vitamine D	23
1.3 Outil thérapeutique et définition	24
1.4 Le bronzage naturel	25
2. Effets néfastes	29
2.1 L'érythème solaire : le « coup de soleil »	29
2.2 « Coup de soleil » de l'œil	31
2.3 Le coup de chaleur	32
2.4 L'insolation	33
2.5 Le vieillissement cutané photo-induit (photovieillissement)	33
2.6 La photo-immunosuppression	36
2.7 Amélioration de l'acné ?	36
2.8 Photodermatose et photosensibilisation	37
2.9 La photodermatose la plus fréquente	39
2.10 Photocarcinogénèse cutanée	40
PARTIE 2 : Le produit solaire	44
I/ La photoprotection cosmétique	45
II/ Molécules actives contre la pénétration des photons	46

1. Filtres organiques	47
2. Filtres minéraux	51
3. Différences filtres chimiques et minéraux	53
4. Les excipients	53
5. Vers un filtre naturel ?	54
III/ Le facteur de protection solaire (FPS)	54
PARTIE 3 : Impact des photoprotecteurs	57
I/ Tolérance des produits de protections solaires	58
1. Nocifs pour la santé humaine	58
1.1. Allergies, irritations et photoallergies	58
1.2. Présence dans l'organisme humain : perturbateurs endocriniens	59
a. Effet sur la fertilité masculine	60
b. Activité oestrogénique des filtres solaires	61
1.3. Inhibition de la synthèse de la vitamine D	64
1.4 Risque de cancer	65
2. Photostabilité médiocre des photoprotecteurs	67
II/ Un environnement menacé	69
1. Filtres chimiques dans l'organisme aquatique	69
2. Filtres chimiques chez les coraux	71
3. Interdiction des filtres chimiques sur certaines îles	73
4. Solution tendance	74
PARTIE 4 : Conseils à l'officine et recommandations	76
I/ Prévention	77
1. Pas tous égaux sous le soleil	77
1.1 Les phototypes	77
1.2 Conditions d'expositions selon les phototypes	78
2. Conseils généraux pour protéger la peau du soleil	79
3. Médicaments photosensibilisants	80
II/ Recommandations du pharmacien	83

1. Règles d'applications du produit solaire	83
2. Les 10 conseils à donner au comptoir	85
3. Personnes à risques : recommandations spécifiques	85
3.1 La protection des enfants : un enjeu prioritaire	85
a. Prévention des enfants	85
b. Éducation de la santé à l'école	87
3.2 Femmes enceintes : attention au « masque de grossesse »	88
3.3 L'inégalité face au soleil	89
4. Plaquette de sensibilisation face au soleil	90
Conclusion	91
Bibliographie	93
Liste des figures	100
Liste des tableaux	102
Annexe	103
Serment de Galien	105

« L'université n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs »

Introduction

Le soleil est une étoile âgée de 4,6 milliards d'années. C'est l'unique étoile du système solaire.

La vie, la santé et le bien-être sont naturellement dépendants du soleil. Pour fonctionner le corps humain a besoin de nourriture, d'eau et d'air. Ces derniers sont vitalisés et maintenus par l'énergie solaire.

Entre autres effets, le soleil diminue la dépression, élève notre humeur, augmente le système immunitaire... Pas étonnant qu'au 21^{ème} siècle de plus en plus de personnes s'y exposent, avec souvent de mauvaises habitudes.

Le produit solaire est devenu un produit phare de l'été par sa texture et ses odeurs festives, cependant il contient des photoprotecteurs qui peuvent s'avérer néfastes pour le corps humain et également pour l'environnement.

Le pharmacien a un rôle important à jouer. En effet, il doit sensibiliser les patients à un bon usage des produits de protections solaires, en les informant des risques encourus des expositions au soleil et en leur proposant une photoprotection adaptée à leurs typologies de peau. Il doit également avoir un rôle dans la prévention des éventuelles réactions de photosensibilisation lors de la délivrance de certains médicaments.

Nous verrons dans un premier temps, un rappel sur la structure de la peau et le rayonnement solaire, puis dans un second temps les effets biologiques du soleil sur la peau. Dans un troisième temps, nous étudierons les produits de protections solaires alliant les bénéfices et les risques de son application sur le corps humain et sur l'environnement et enfin nous détaillerons les conseils à donner aux patients, pour un bon usage de ces produits.

« S'il n'y avait pas quelqu'un qui aime, le soleil s'éteindrait. »

Citation de Victor Hugo ; Les misérables (1862)

PARTIE 1 : Sous le soleil

I/ Généralités sur le rayonnement solaire

1. Le rayonnement solaire

Le Soleil est la principale source de rayons ultraviolets. Il est indispensable à la vie sur terre, cependant la mode récente du bronzage à tout prix s'est rapidement accompagnée d'une augmentation de cancer de la peau et d'une accélération du vieillissement cutané. Il envoie un rayonnement composé d'une multitude de radiations électromagnétiques, mesuré en longueurs d'ondes composant le spectre solaire. Le rayonnement solaire est principalement composé de cinq rayonnements différents : des rayons gamma, rayons X, ultraviolets, lumière visible, infrarouge (1).

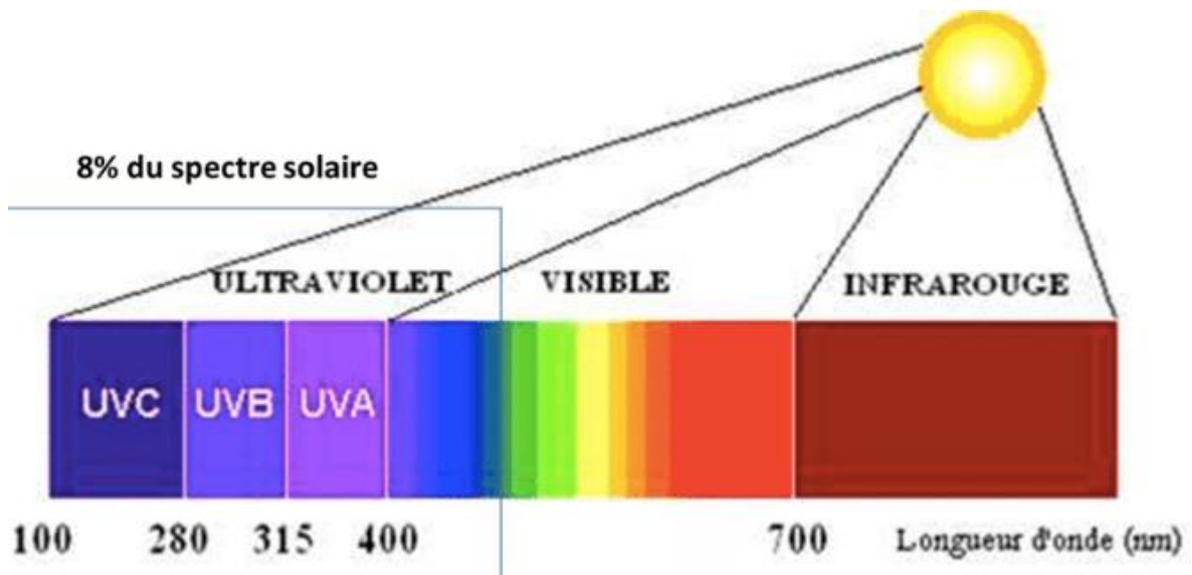


Figure 1 : Le spectre solaire (1)

2. Les différents types de rayonnements UV

Les rayons ultraviolets (UV) représentent 8 % de l'énergie électromagnétique du soleil. Ils sont classés en trois catégories en fonction de la longueur d'onde :

- les UVC 100-280nm,
- les UVB 280-315nm,
- les UVA 315-400nm.

En effet, les ultraviolets sont les cibles des produits de protection solaire :

- Les UVC, rayons les plus courts (100 à 280 nm), mortels pour l'homme et toute forme de vie à cause de leur très grande intensité. Ils sont absorbés par la couche d'ozone, ils n'atteignent donc pas la peau.
- Les UVB, partiellement arrêtés par la couche d'ozone, et essentiellement absorbés par l'épiderme.
- Les UVA, moins filtrés par la couche d'ozone, ils vont jusqu'au derme et endommagent les fibres de collagènes de la peau.

Les « coups de soleil » sont principalement causés par les rayons UVB. Les rayons UVA sont, quant à eux, responsables du vieillissement prématuré de la peau.

L'intensité des rayons du soleil peut se trouver modifiée à cause de certains facteurs :

- des saisons, notamment en été où le soleil chauffe le plus, et est donc plus intense ;

- la latitude et l'altitude, en effet l'intensité du soleil est plus forte sous les tropiques, et la quantité d'UV augmente de 4 % tous les 300 m ;
- les heures de la journée, la quantité d'UV est importante lorsque que le soleil est à son zénith ;
- les différents types de sol, les sols où la végétation est la plus fournie absorbe 90 % des rayons du soleil, à l'inverse des sols les plus clairs qui ont une réflexion solaire plus importante, par exemple le sable réfléchit 20% des UV et la neige 85 %. Attention donc à la réverbération (2).

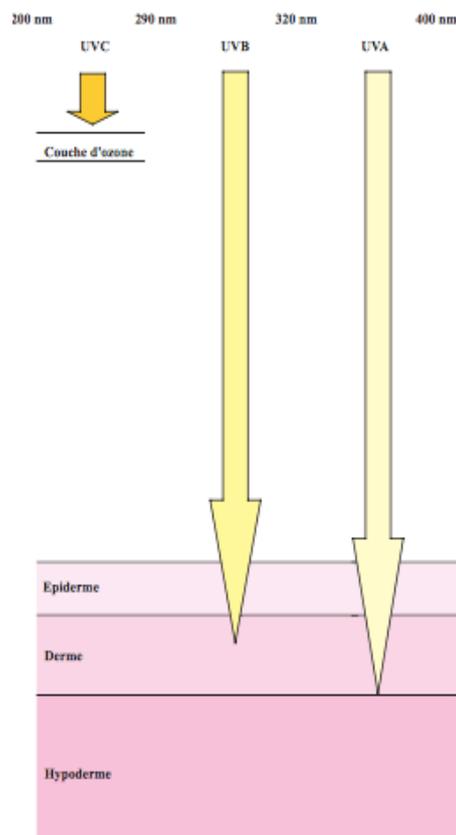


Figure 2 : Pénétration des UVA et UVB dans la peau (1)

3. Les fonctions des différentes couches de la peau lors d'une exposition au soleil

La peau constitue l'organe le plus grand du corps humain et représente 7 % de son poids total.

Elle est composée en 3 couches qui sont de la plu externe à la plus interne :

- Épiderme, la couche superficielle
- Derme, couche intermédiaire
- Hypoderme, couche profonde

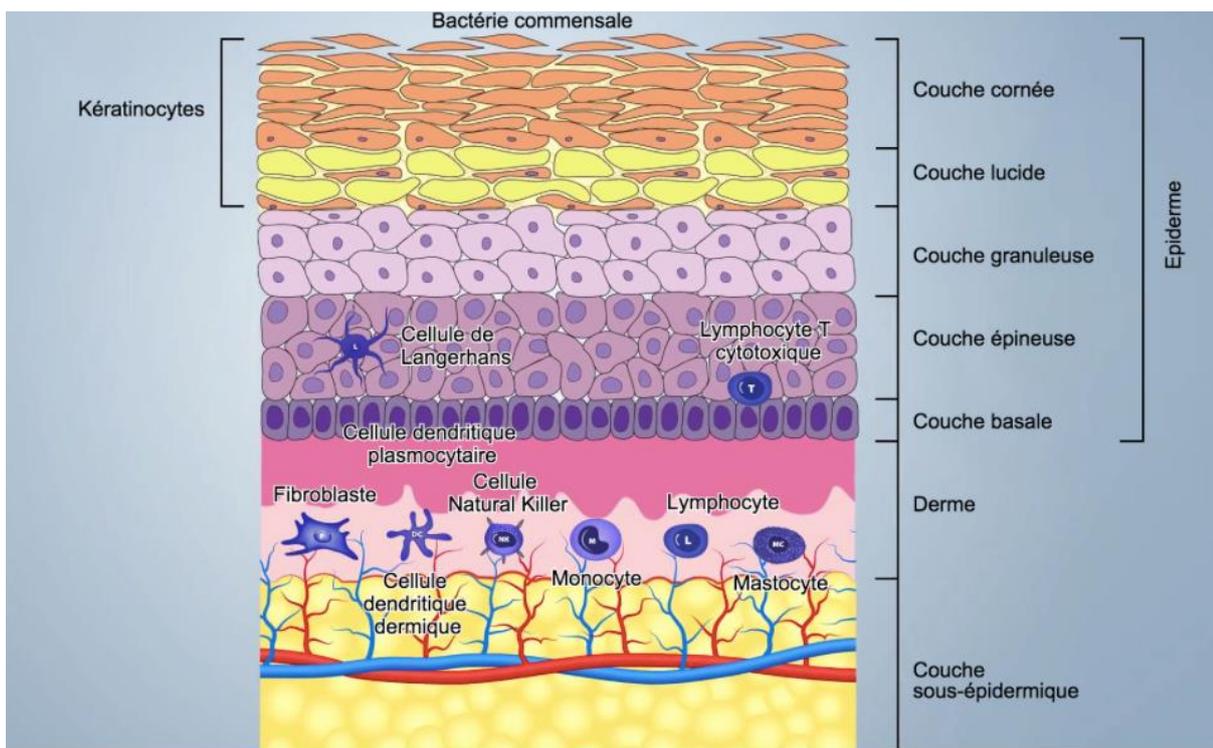


Figure 3 : Coupe de la peau (3)

C'est l'épiderme qui agit comme une barrière protectrice naturelle contre le soleil.

Si les rayons UV du soleil agressent de manière trop importante la peau, il est possible que l'épiderme soit modifié.

Les défenses de la peau contre les UV se situent à trois niveaux de l'épiderme :

- L'épiderme est recouvert d'un film hydrolipidique, qui lui contient de l'acide urocanique. Cette molécule est retrouvée dans la sueur et permet de filtrer l'absorption des UVB.

- La couche cornée réfléchit les rayons du soleil qui arrivent sur la peau en diffractant ou en absorbant une partie importante des rayonnements du soleil.

Elle s'épaissit lors des expositions, ce qui permet de protéger la peau des coups de soleil notamment.

- La barrière mélanique, joue un rôle important face au soleil. En effet, la couche profonde de l'épiderme contient des mélanocytes, qui eux fabriquent la mélanine : elle va migrer vers la surface cutanée et donner la pigmentation aux cellules de la peau.

Elle permet de protéger le noyau de la cellule du soleil : effet barrière, en absorbant et réfléchissant plus de 90 % des UV qui ont franchi la couche cornée (3).

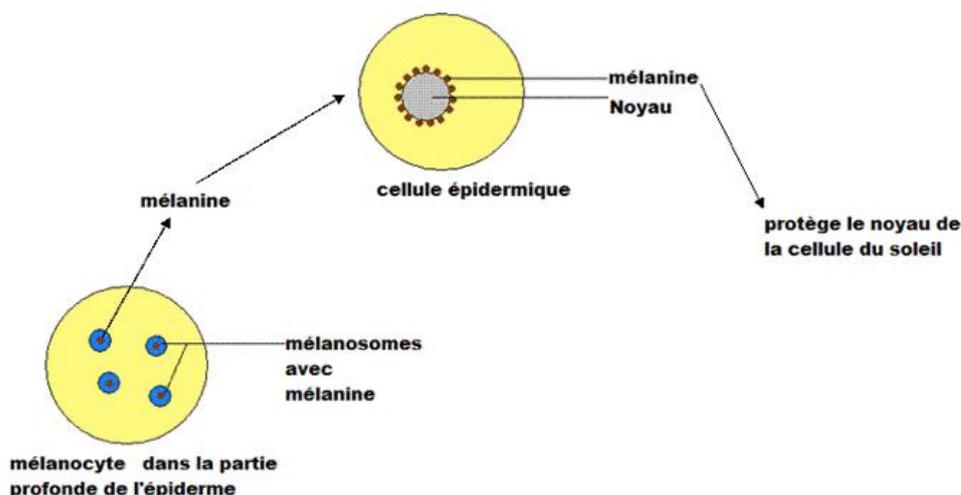


Figure 4 : Rôle de la mélanine face au soleil (3)

4. L'index UV

L'index UV est défini par l'organisation mondiale de la santé (OMS) (4). Il exprime l'intensité du rayonnement UV au sol et le risque qu'il représente pour la santé.

L'index varie en fonction de l'heure de la journée, de la saison de l'altitude et latitude. Il s'agit d'un index chiffré de 1 à 11+, plus l'index UV est élevé, plus le risque de lésions cutanées sera élevé, et moins il faudra de temps pour que l'effet nocif apparaisse.

Il est donc primordial d'avoir cette notion en tête afin d'adapter une protection idéale.

Indice UV	Niveau de risque	Protection requise
	faible	aucune
	moyen	<ul style="list-style-type: none">• chapeau et lunettes de soleil• écran solaire indice 15 à 30
	élevé	<ul style="list-style-type: none">• chapeau et lunettes de soleil• T-shirt couvrant• écran solaire indice 30 à 50• réduire l'exposition entre 11h et 17h
	très élevé	<ul style="list-style-type: none">• chapeau et lunettes de soleil• port de vêtements longs• écran solaire indice 50+• éviter l'exposition entre 11h et 17h
	extrême	<ul style="list-style-type: none">• éviter tout séjour en plein air

Tableau 1 : Valeurs de l'index UV se regroupant en cinq plages de niveau de risque (4)

II/ Principaux effets du soleil sur la peau

Les effets bénéfiques sont recherchés et très appréciés du grand public, cependant les effets néfastes, sont souvent négligés et parfois méconnus.

1. Effets bénéfiques

1.1 Le soleil, c'est bon pour le moral

Les rayons de soleils procurent de la chaleur, et de l'énergie ce qui renforce le sentiment général de bien-être et stimule la circulation sanguine, notamment grâce au rayonnement infrarouge qui est responsable de l'action calorifique. (5)

De plus, il a été mis en évidence que la photothérapie qui est une exposition à une lumière vive dont le spectre est semblable à celui de la lumière solaire, pouvait être une arme efficace contre la dépression. En effet, le soleil est indispensable au moral, on remarque particulièrement que le taux de suicide est nettement plus élevé dans les régions du nord de l'Europe, où le soleil est extrêmement rare et peut s'absenter pendant quelques mois. Plusieurs études ont démontré que les cures de lumière ou lumineothérapie étaient efficaces pour traiter certains cas de dépression.

Depuis quelques années, on parle de dépression saisonnière, une dépression survenant en hiver, touchant plus particulièrement les femmes, dont les symptômes sont une humeur dépressive, une asthénie intense, et une prise de poids.

En soignant ses patients par photothérapie à raison d'une cure de 8 à 10 jours en début d'hiver, dès l'apparition des premiers signes, cela empêche l'installation de la dépression chez quasiment tous les sujets (6).

De plus, une personne dépressive synthétise de la mélatonine tard dans la nuit, ce qui entraîne un déséquilibre dans les rythmes du sommeil (7). La mélatonine est l'hormone qui règle notre horloge biologique et la venue du sommeil, son taux est directement lié à la luminosité ambiante, il est donc important d'avoir une exposition solaire optimale. La lumphothérapie permet de ce fait de traiter les troubles du rythme circadien du sommeil et elle est de plus en plus utilisée pour lutter contre les baisses de moral (8).

On a également démontré que les UVB favorisent la formation dans l'épiderme d'endorphine analogue naturel de la morphine qui pourrait être à l'origine de la sensation de bien-être qu'on éprouve au soleil. Ce qui entraîne des effets antidépresseurs qui vont agir plus rapidement que le traitement pharmacologique.

Enfin, le soleil participe à un mécanisme vital : la synthèse de vitamine D, et protège la peau en la pigmentant.

1.2 La synthèse de vitamine D

Il existe six vitamines D1, D2, D3, D4, D5, D6, cependant la vitamine la plus répandue est la vitamine D3 ou cholécalciférol. Une quantité importante de Vitamine D3 présente chez l'homme est synthétisée au niveau du derme, sous l'influence de l'exposition de la peau aux UV. La vitamine D est bénéfique à la calcification osseuse, en effet, elle stimule le métabolisme du calcium et favorise donc la croissance osseuse.

L'exposition au soleil est alors primordiale pour la santé de notre organisme, étant donné qu'aucune alimentation, même si elle est bien équilibrée ne peut couvrir les besoins quotidiens en vitamine D (9).

Une courte durée d'exposition solaire quotidienne à un soleil modéré, sur le visage, les mains et les bras suffisent à maintenir des concentrations de vitamine D élevées, sous l'action des UVB (10).

Toutefois, bien qu'une carence en vitamine D soit peu probable, elle existe parfois chez certaines personnes privées du soleil tel que les personnes âgées qui ne sortent que très peu ou quand il y a une utilisation permanente d'un écran total (11).

La vitamine D est beaucoup plus importante chez les enfants, notamment en période de croissance et a tendance à diminuer avec l'âge.

Enfin, ses concentrations peuvent varier suivant l'épaisseur de la peau et la pigmentation de la peau ; elle est en effet moins présente chez les sujets noirs que chez les sujets blancs, de ce fait 90 % des UVB sont directement absorbés, ne permettant plus suffisamment de pénétrer dans l'épiderme pour déclencher le processus de synthèse de la vitamine D (12).

La solution sera donc une supplémentation par l'alimentation.

1.3 Outil thérapeutique et définition

De nombreuses maladies, donc le rachitisme, l'eczéma, le psoriasis et l'ictère ont été traités avec succès grâce aux rayonnements UV.

Cet usage thérapeutique ne peut effacer les effets néfastes des UV, cependant, l'intervention a lieu sous contrôle médical, afin que les bénéfices qu'ils présentent soient plus important que les risques qu'ils font courir.

Le rachitisme est dû à l'absence de Vitamine D, ce qui provoque un ramollissement des os chez les enfants.

L'eczéma est une maladie cutanée prurigineuse qui provoque des démangeaisons chroniques, évoluant par des poussées. Il peut être traité par la Puvathérapie pour son action sur les kératinocytes et sur le système immunitaire cutané (13).

Le psoriasis est une maladie inflammatoire chronique de la peau qui se manifeste par des plaques rouges présentant des squames.

La photothérapie fait partie de l'arsenal thérapeutique du psoriasis, avec une action anti-inflammatoire et immunosuppressive (14).

Le vitiligo est une maladie de l'épiderme qui se caractérise par des taches blanches de dépigmentation qui apparaissent et s'étendent sur n'importe quelle partie de la peau notamment le visage, l'extrémité des articulations et les zones de friction. Il est également traité par photothérapie, afin de repigmenter la peau (15).

L'ictère néonatal appelé couramment « jaunisse » est une coloration jaune ou jaunâtre de la peau et du fond de l'œil, qui est dû à une hyperbilirubinémie dans le sang. En fonction de son intensité, il peut induire des anomalies neurologiques graves et définitives. Le traitement précoce par photothérapie à la lumière bleu est donc prescrit et permet de réduire le taux de bilirubine (16).

1.4 Le bronzage naturel

Souvent connu pour son aspect esthétique, le bronzage se déroule en deux phases : la pigmentation immédiate (phénomène de Meirowski) ou retardée.

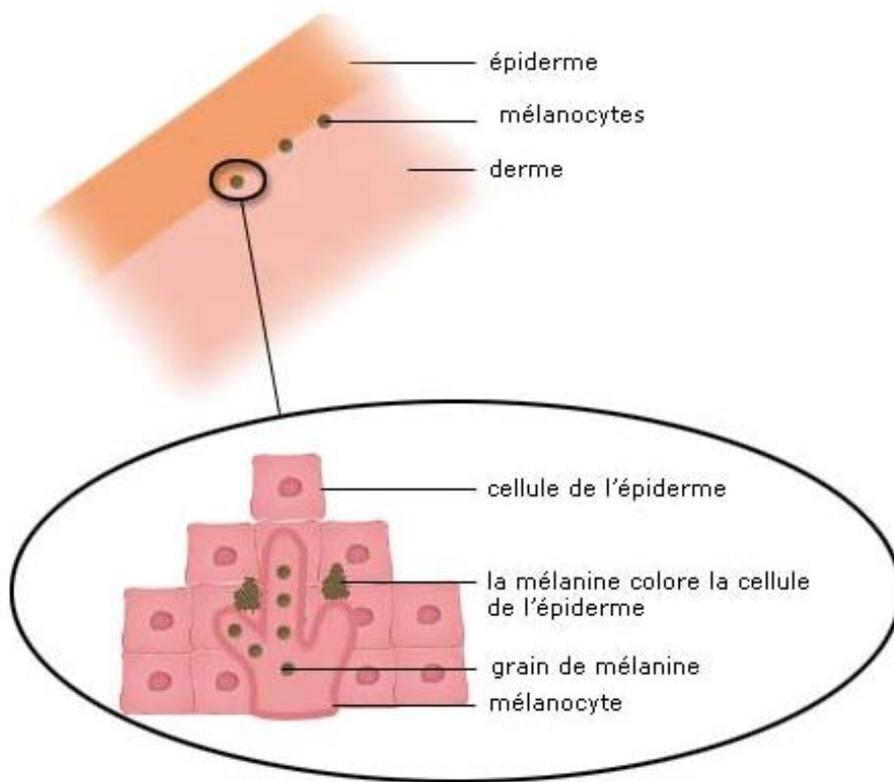


Figure 5 : Mécanisme du bronzage (17)

En effet, la peau se pigmente seulement quelques minutes après une exposition au soleil.

Les UVA permettent à la mélanine de s'oxyder. En captant les UVA et brunissant, la mélanine crée une barrière protectrice empêchant le rayonnement de pénétrer en profondeur. Cela ne dure que quelques heures et correspond aux premiers signes du bronzage.

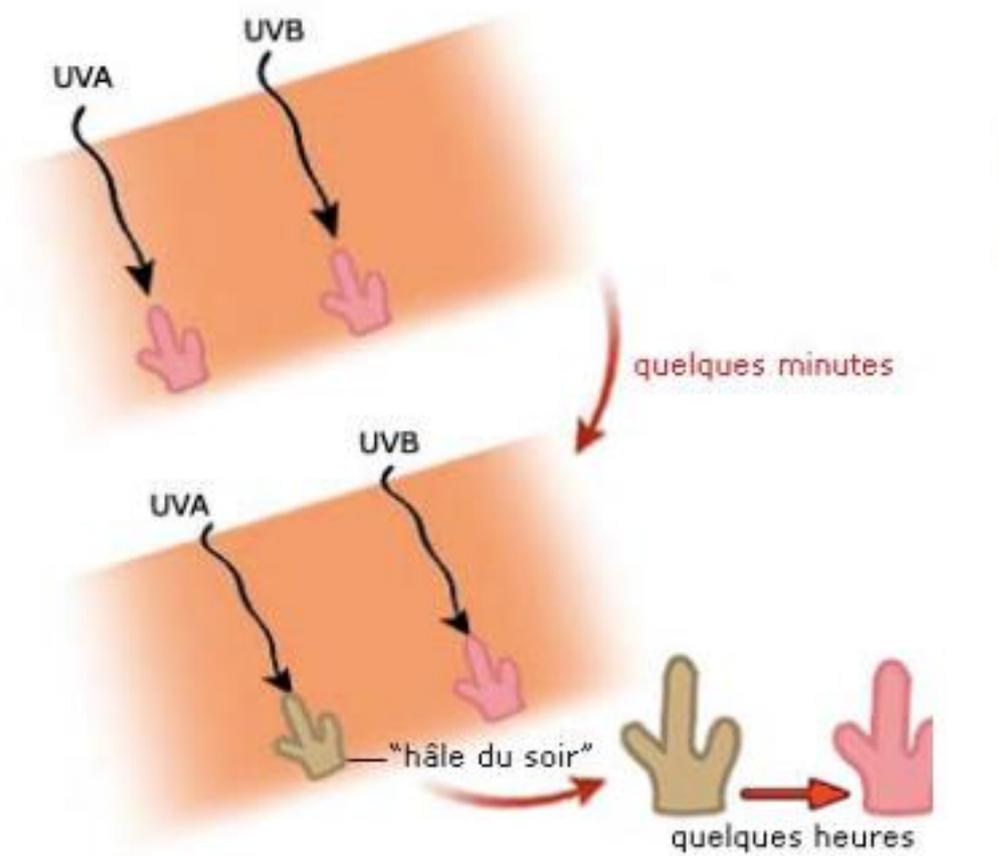


Figure 6 : Mécanisme d'action des UVA sur le bronzage (17)

La pigmentation retardée survient 48 heures après l'exposition au soleil, atteint son maximum en 20 jours et finit par s'estomper en l'absence d'exposition. Elle est provoquée par les UVB qui agissent sur la synthèse de mélanine par le biais de réactions photochimiques complexes (17).

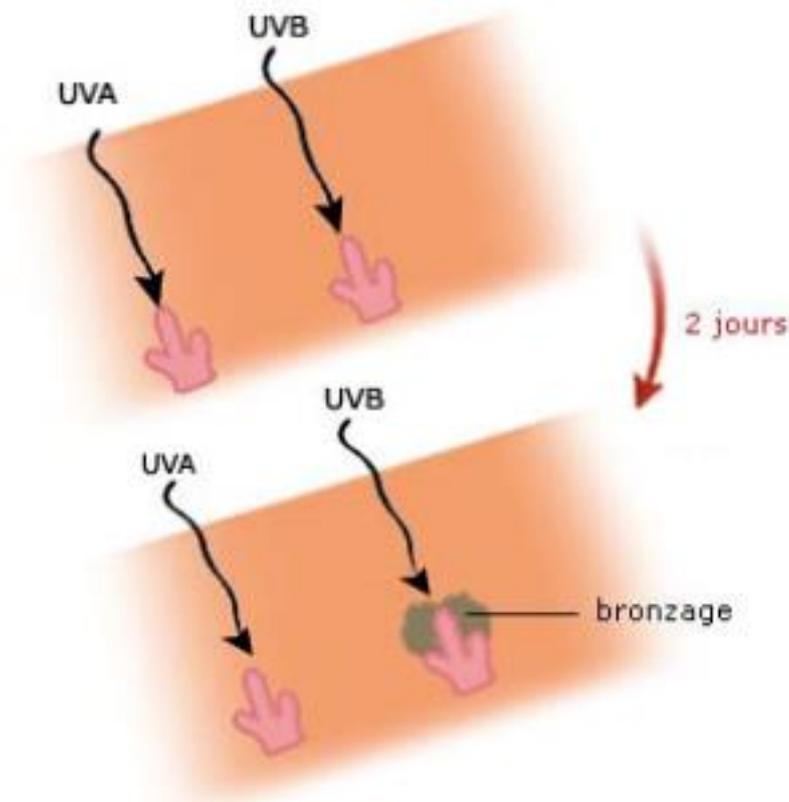


Figure 7 : Pénétration des UVA et UVB dans la peau (17)

De ce fait, le soleil, à faible dose, protège donc la peau en la pigmentant et en induisant une hyper-kératinisation transitoire.

Le bronzage naturel, voir artificiel est synonyme de beauté, évoque les vacances, entre mer et montagne, et constitue aujourd'hui une pratique sociale importante.

Ce phénomène de bronzage est dominant chez les adolescents, d'autant plus au 21^{ème} siècle, où leur apparence physique est particulièrement importante, négligeant parfois les bonnes pratiques et recommandations d'utilisations.

2. Effets néfastes

Sans ou mauvaise application du produit solaire

2.1 L'érythème solaire : le « coup de soleil »

Le coup de soleil est un signe révélateur de l'abus de soleil. Il est provoqué principalement par les UVB. Une exposition solaire excessive déclenche donc en quelques heures un érythème : c'est le coup de soleil. Son intensité dépend de la durée et de l'intensité du rayonnement ainsi que du prototype du sujet, c'est-à-dire de l'efficacité de sa photoprotection naturelle (18).



Figure 8 : Aspect d'un coup de soleil sur la peau (18)

D'un point de vue clinique, il existe plusieurs degrés d'érythème solaire :

1 ^{er} degré	Érythème rose pâle, qui naît dans la journée de l'exposition, et disparaît en 24 ou 48h, sans desquamation, ni pigmentation.
2 ^{ème} degré	Irritation rouge vif, légèrement douloureux, s'efface en 72h avec une légère desquamation, laissant une pigmentation transitoire.
3 ^{ème} degré	Érythème rouge violacé, œdémateux et douloureux. La peau pèle, puis apparaît une pigmentation durable.
4 ^{ème} degré	Aspect rouge avec apparition de cloques, T 40°C, et s'accompagne de manifestation générale (fièvre, vertiges, céphalées, nausées...) L'hospitalisation peut être nécessaire.

Tableau 2 : Tableau des différents degrés de coup de soleil (18)

Les UV sont donc responsables de différents dommages en fonction de la longueur d'onde des rayons incidents.

Une exposition aux rayons UV va entraîner des modifications physico-chimiques tel que l'érythème solaire, une hyper-kératinisation, ou encore vieillissement cutané et cancers.

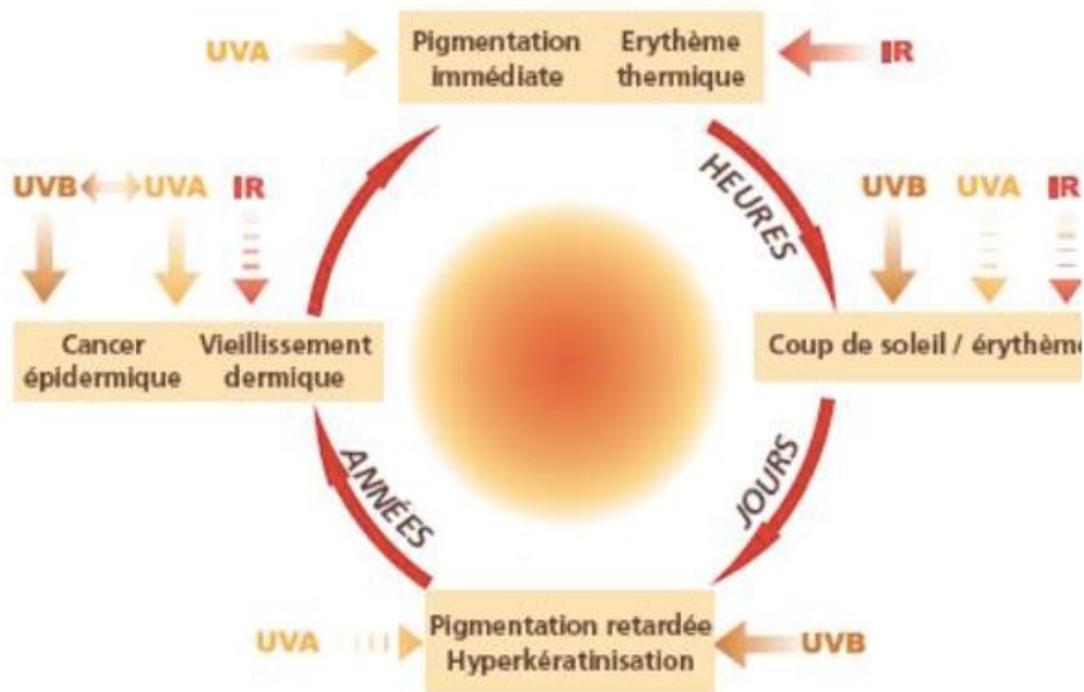


Figure 9 : schéma des effets biologiques des radiations solaires sur la peau (19)

2.2 « Coup de soleil » de l'œil

Comme la peau, les yeux trop longtemps exposés au soleil peuvent attraper un coup de soleil aussi appelé photokératite.

Les rayons UV ne sont donc pas sans dangers. Le port de lunettes de soleil avec un indice de protection suffisant sont fortement recommandés, car les UV peuvent agresser l'œil et brûler la cornée.

À la suite d'une exposition non protégée aux UV du soleil, (20 minutes suffisent pour une personne sensible) des douleurs peuvent se faire ressentir, notamment au niveau de la cornée, des rougeurs, des démangeaisons, des larmoiements de l'œil mais également, une vision floue.

Un coup de soleil de l'œil peut se soigner et être réversible, s'il est pris en charge à temps. Cependant, si on le néglige, il peut entraîner des effets néfastes comme :

- Une dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA)
- Une sécheresse oculaire chronique
- Un mélanome de l'œil
- Une cataracte

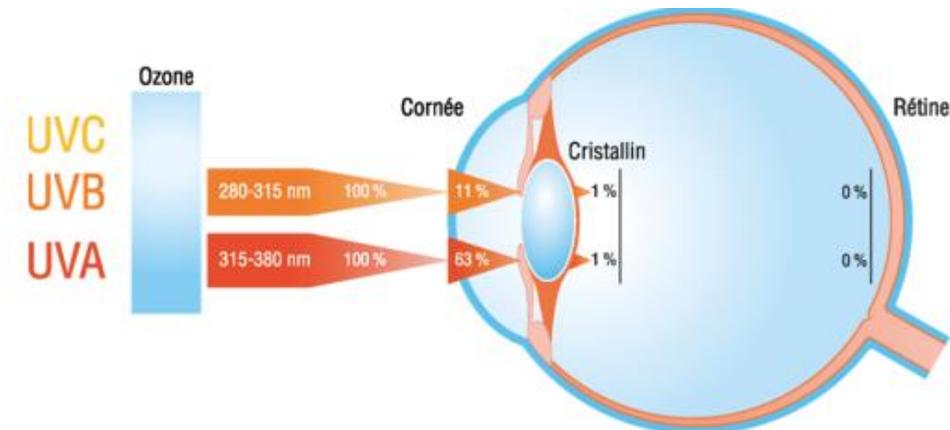


Figure 10 : Pénétration des rayons UV au niveau des yeux (19)

Les UVA sont absorbés en grande partie par la cornée et le cristallin. Les UVB sont principalement filtrés par la cornée et partiellement par le cristallin. Les UVC sont en grande partie arrêtés par la couche d'ozone.

2.3 Le coup de chaleur

Une exposition à la chaleur peut provoquer un malaise. Le coup de chaleur, à distinguer d'une insolation, est généralement bénin, sauf chez les personnes vulnérables comme les enfants, et les personnes âgées.

Le coup de chaleur, appelé aussi hyperthermie maligne, désigne une défaillance des mécanismes de l'organisme visant à contrôler la température. Ce malaise lié à la chaleur provoque une déshydratation et une augmentation de la température corporelle de la personne. Les symptômes d'un coup de chaleur peuvent se présenter sous différentes formes : une sensation de soif intense ; des vertiges et des étourdissements ;

une transpiration abondante ; une forte fièvre (jusqu'à 40 °C) ; une somnolence anormale ; une peau chaude, rouge et sèche ; des crampes musculaires ; des maux de tête ; des nausées, des vomissements ; une vision floue ; une tension artérielle élevée ou au contraire trop basse (20).

Puis peuvent survenir dans les cas les plus graves, le décès chez les personnes les plus vulnérables.

2.4 L'insolation

L'insolation est un coup de chaleur auquel s'ajoute des coups de soleil. Cette brûlure au premier degré n'est pas toujours bénigne, sa gravité étant liée à son étendue.

Un coup de soleil sur une surface importante peut entraîner une fièvre qui est un signe de gravité, surtout chez le nourrisson et la personne âgée. La consultation dans ce cas est indispensable, car la déshydratation peut alors être rapide.

L'insolation se manifeste par une augmentation de la température corporelle des rougeurs, notamment au niveau du visage, des sueurs excessives, des maux de tête, mais aussi des douleurs diffuses, une pâleur avec sensation de mal-être, des crampes musculaires, voire des vertiges, de la diarrhée, des nausées et des vomissements (20).

2.5 Le vieillissement cutané photo-induit (photo-vieillissement)

Le vieillissement cutané est déterminé par des facteurs génétiques et environnementaux.

On distingue ainsi le vieillissement intrinsèque, ou chronologique, qui correspond aux atteintes liées à l'âge, du vieillissement extrinsèque lié à l'environnement : soleil, tabac pollution, et intoxication alcoolique.

Le vieillissement solaire ou héliodermie correspond à l'ensemble des altérations dermo-épidermiques bénignes imputables à une irradiation chronique par les rayons solaires, se superposant au vieillissement intrinsèque au niveau des zones photos exposées.

Donc, un vieillissement intrinsèque pour un vieillissement « normal » et un vieillissement extrinsèque pour un vieillissement provoqué en outre par les rayons UV.

Selon le type d'UV, il existe deux types de mécanismes :

- Pour les UVB, ils interagissent sur l'acide désoxyribonucléique (ADN) de nos cellules ce qui entraîne des mutations et la mort cellulaire.
- Pour les UVA, ils interagissent sur l'ADN par le biais des formes actives de l'oxygène, cela engendre une surexpression des gènes des kératinocytes, et également une surexpression des protéines impliquées dans le photo-vieillissement.

Les modifications qui sont donc provoquées par les rayons UV et plus particulièrement les UVA viennent s'ajouter au vieillissement intrinsèque de la peau. D'un point de vue clinique, les lésions siègent principalement sur le visage, le cou et le dos des mains.

Leur intensité varie selon les individus et augmente avec l'âge et le nombre d'expositions solaires. D'une façon générale, la peau est épaissie, jaunâtre, rugueuse. (21)

Une peau photo-âgée présente des rides profondes, une perte d'élasticité et une sécheresse cutanée. L'aspect de la peau peut être pigmentée à différents endroits pour donner suite à l'épaississement de l'épiderme et la diminution du nombre de mélanocytes.

Cependant, les modifications retrouvées au niveau de la structure du derme sont plus conséquentes. L'épaisseur est diminuée, la quantité de fibroblaste diminue également, cependant la structure des fibres de collagène n'est pas modifiée. Les fibres élastiques sont moins nombreuses.

Le photo-vieillessement est quant à lui associé à d'autres manifestations cliniques, telles que la couperose, l'apparition de verrues séborrhéiques, et les comédons. Les fibres élastiques étant plus nombreuses, anormales et épaissies entraînent une perte d'élasticité du derme. Le collagène est diminué, et la circulation cutanée est altérée (22).

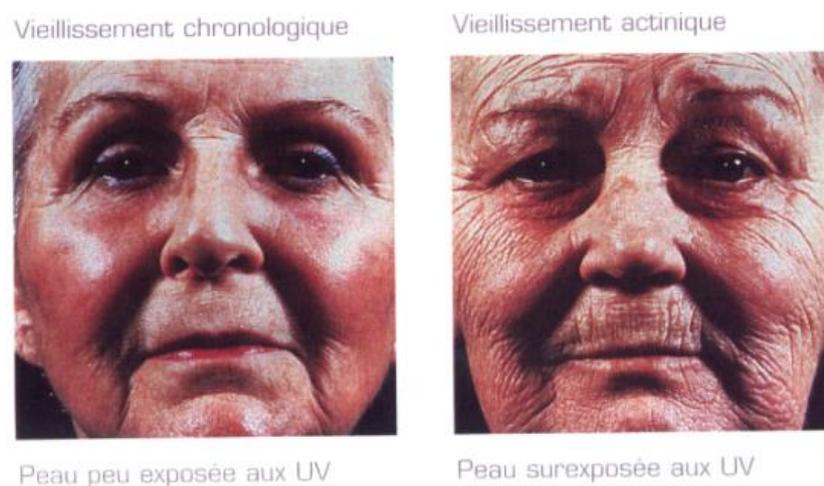


Figure 11 : Différences entre deux sœurs jumelles, peu ou surexposées aux UV (23)

Les rayons ultraviolets, UVA mais aussi les UVB, entraînent un stress oxydatif dans les cellules cutanées et au niveau de la matrice extracellulaire. La production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) conduisant à un stress oxydant est un élément déterminant de l'héliodermie. Il a été démontré que les espèces réactives de l'oxygène produites par les UV induisent une peroxydation lipidique et des dommages à l'ADN. Ils activent ainsi différentes voies de signalisation cellulaire en rapport avec la croissance, la différenciation des cellules cutanées et la dégradation du tissu conjonctif.

Ceci résulte d'une perte d'élasticité de la peau, affaissement des joues, formation de ride, décoloration de la peau, et présence de tache brune (24).

2.6 La photo-immunosuppression

Les rayonnements UV vont altérer l'intensité des réactions immunitaires cutanées, et donc induire une immunosuppression locale et systémique.

Les UVB agissent sur les cellules de Langerhans en diminuant leur nombre. Elles sont donc moins aptes à reconnaître les antigènes et à déclencher une réaction allergique. Les UV provoquent une augmentation de la production de substances immunosuppressives au niveau de l'épiderme : acide cis-urocanique, cytokines, ces molécules bloquent la prolifération des lymphocytes.

L'immunosuppression explique l'amélioration de certaines dermatoses au soleil, telles que le psoriasis mais également des récurrences d'herpès labial et la progression des cancers cutanés (25).

2.7 Amélioration de l'acné ?

Le soleil est souvent l'ami des personnes souffrant d'acné.

En effet, on pense que le soleil diminue l'aspect de l'acné mais en réalité il l'aggrave toujours.

Les effets bénéfiques ne dureront que quelques semaines au plus. Le soleil est donc un faux ami. Cette illusion s'explique car les UVA réduisent le taux d'excrétion de sébum et ont donc un effet au niveau des comédons. Il y a également l'effet camouflant de la pigmentation qui contribue à l'amélioration de l'acné. En s'exposant aux UV, la couche superficielle de la peau s'épaissit ce qui bloque l'évacuation de sébum et entraîne l'engorgement de la glande.

L'acné est donc due à l'obstruction des glandes sébacées, et est associée à une hypersécrétion de sébum, et ceci se manifeste dès le retour des vacances par une « grosse poussée » acnéique (26).

2.8 Photodermatose et photosensibilisation

Les photodermatoses sont des infections de la peau survenant après une exposition solaire en raison d'une sensibilité anormalement élevée à la lumière. Elles proviennent essentiellement d'une photosensibilisation mais peut-être idiopathiques.

Les photosensibilisations résultent de l'action combinée d'un agent photosensibilisant ou chromophore et du rayonnement solaire.

Cette association a pour conséquence des effets cytotoxiques à court terme et des effets mutagènes et cancérigène à long terme.

La photosensibilisation résulte de deux mécanismes : la réaction photo-toxique, avec libération d'espèces réactives de l'oxygène et la réaction photo-allergique, avec intervention du système immunitaire (27).

	Phototoxicité	Photoallergie
Fréquence	Grande	Faible
Délai de survenue après prise du photosensibilisant	Dès la première prise	Délai de plusieurs jours Sensibilisation préalable
Dose-dépendance	Oui	Non
Délai après exposition	Minutes à heures	24 à 48 heures
Aspect clinique	« Coup de soleil »	Eczéma
Distribution	Nette limitation aux zones exposées	Tendance à la diffusion aux zones couvertes
Pigmentation	Fréquente	Absente
Évolution à l'arrêt du photosensibilisant	Guérison rapide en quelques jours	Guérison lente Possible photosensibilisation persistante

Tableau 3 : Photoallergie/Phototoxicité : différences. (28)

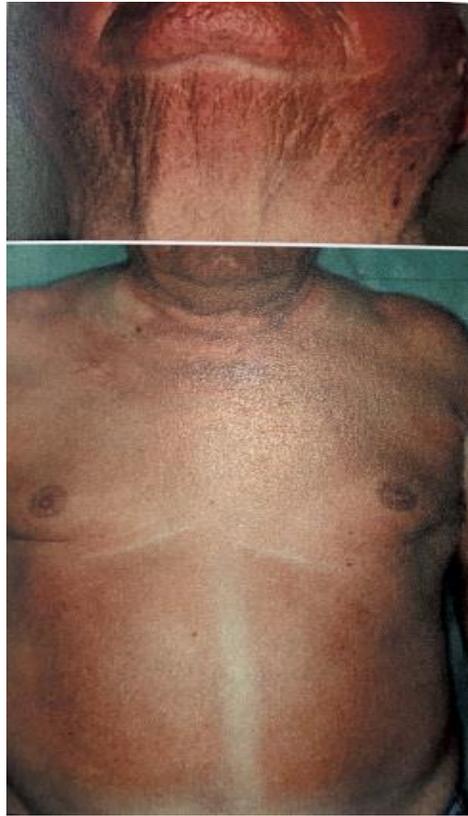


Figure 12 : Phototoxicité systémique (28)

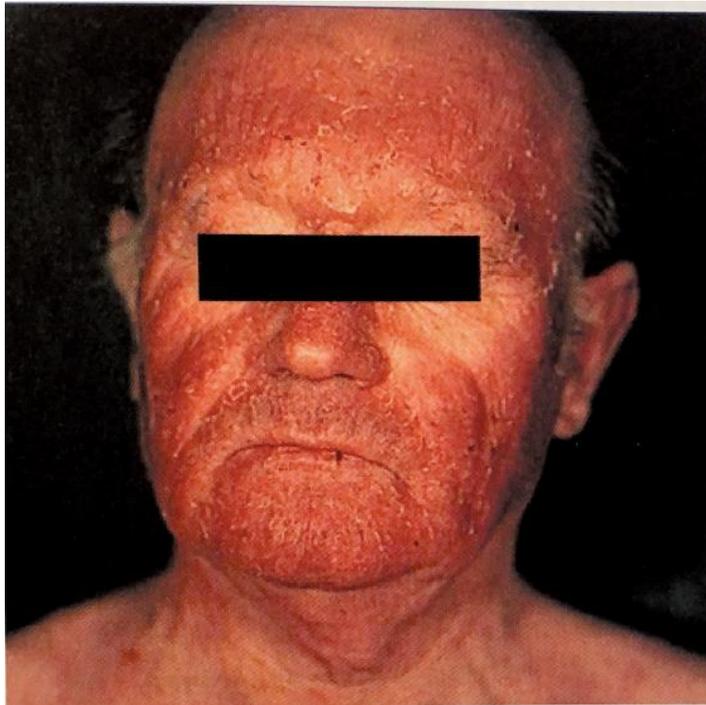


Figure 13 : Photoallergie systémique à type d'eczéma (28)

Les agents photosensibilisants peuvent être nombreux notamment les médicaments, tel que les antibiotiques dont les cyclines et fluoroquinolones, des médicaments cardio-vasculaires (diurétique, amiodarone) et quelques antidépresseurs et anti-inflammatoires. Les végétaux, des cosmétiques, des produits ménagers qui sont également des photosensibilisants systémiques. On retrouve aussi des photosensibilisants de contact, qui sont responsables de la réaction photoallergique (29).



Figure 14 : Photoallergie de contact à un gel de kétoprofène (28)

Il s'agit des antiseptiques, de certains cosmétiques, des Furocoumarines, qui sont présents dans de nombreux végétaux (fenouil, céleri...), et les filtres solaires.

2.9 La photodermatose la plus fréquente

La lucite estivale bénigne est la plus courante des photodermatoses. Elle affecte 10 à 20 % de la population adulte avec une nette prédominance féminine. Elle débute souvent entre 20 et 30 ans. L'éruption apparaît moins de 12 heures après une exposition solaire intense et se localise au niveau du décolleté, des épaules et des membres. Cette affection se caractérise par des petites papules érythémateuses, voir vésiculeuse accompagnées par un prurit important. Après éviction solaire les symptômes régressent progressivement en une dizaine de jours puis disparaissent habituellement avec le bronzage (30).



*Figure 15 : Lucite estivale bénigne. Éruption papuleuse du décolleté
(30)*

Aggravation de certaines dermatoses par le soleil : herpès, rosacée (troubles de la vascularisation), acné, lupus érythémateux etc.

2.10 Photocarcinogénèse cutanée

L'exposition solaire est le principal facteur impliquée dans la survenue des cancers cutanés, carcinome et mélanome. Il existe trois principaux cancers cutanés représentés par les carcinomes basocellulaires, les carcinomes épidermoïdes ou spinocellulaire et les mélanomes. Ces cancers cutanés prédominent nettement sur les zones photoexposées, se développent préférentiellement chez les personnes de phototypes clairs qui s'exposent régulièrement au soleil. La photocarcinogénèse cutanée est attribuée pour 65 % des UVB et 35 % des UVA.

Sous l'action conjuguée donc des UVA et des UVB, les cellules altérées donnent naissance à des cellules dite « initiées » porteuses de mutations génétiques. En effet, les ultraviolets possèdent des effets mutagènes, cancérigènes et diminuent l'immunité cellulaire :

l'incidence des cancers cutanés est en constante progression depuis les cinq dernières décennies.

- Les carcinomes basocellulaires naissent à partir des cellules basales de l'épiderme. Il représente 70 % des cancers cutanés. Ils provoquent des cancers relativement bénins car ils ne donnent que très exceptionnellement naissance à des métastases. Ce sont les plus fréquents des cancers cutanés mais aussi de tous les cancers, leur fréquence augmente d'année en année sans différence de sexe. Ils sont localisés sur la peau uniquement et non sur les muqueuses, et sont de malignités locales en survenant dans les zones exposées au soleil (31).



Figure 16 : Carcinome basocellulaire (31)

- Les carcinomes épidermoïdes sont les plus invasifs et peuvent, à un stade avancé, donner naissance à des métastases. Il représente 20 % des cancers cutanés. Leur incidence est plus grande chez les sujets dont la peau se protège mal contre le soleil, et augmente de 4 à 8 % par an depuis 1960 (32).



Figure 17 : Carcinome épidermoïde (32)

- Les mélanomes dérivent des mélanocytes et sont des cancers de grande malignité car ils donnent naissance à des métastases. Ils se développent soit sur une peau normale, soit à partir de nævus (grains de beauté). Les mélanomes cutanés sont des tumeurs rares, soit 10 % des cancers cutanés mais leur incidence augmente depuis une cinquantaine d'années. En effet, en France il y a environ 7000 nouveaux cas par an (33).



Figure 18 : Mélanome superficiel (33)

Le dépistage doit être précoce pour être efficace. Un grain de beauté nouveau ou ancien qui grandit rapidement ou bien qui gratte, saigne ou change de couleur doit être alerté.

Pour aider à repérer précocement un mélanome, il existe la règle ABCD.

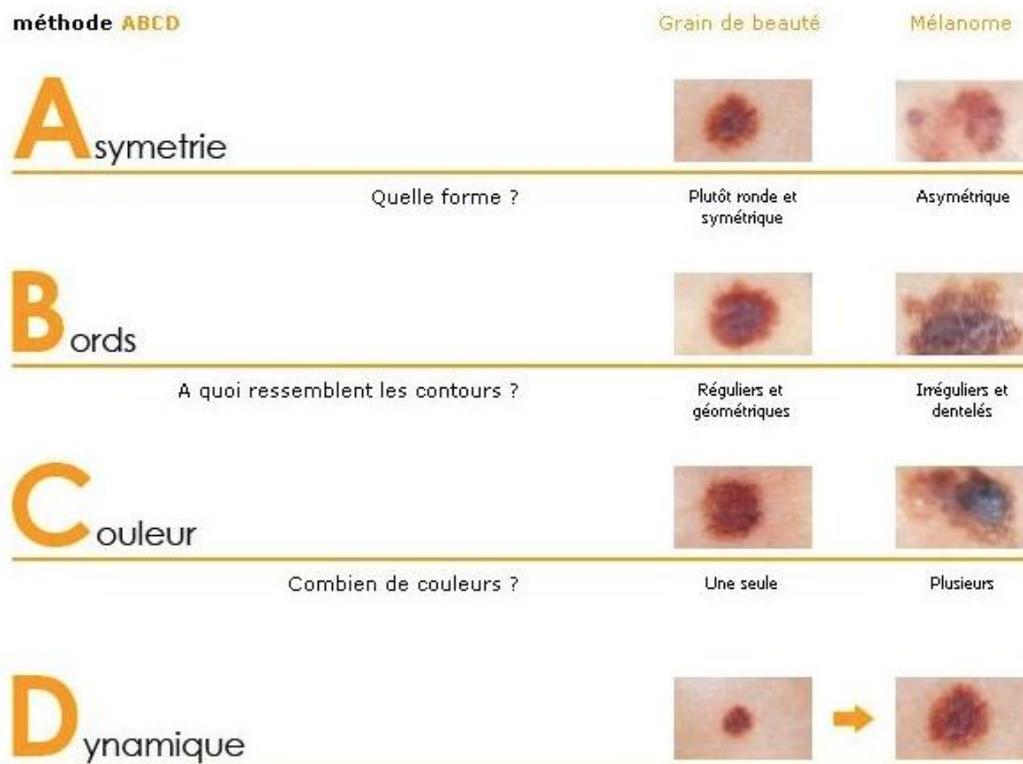


Figure 19 : critères ABCD (34)

PARTIE 2 : Le produit solaire

I/ La photoprotection cosmétique

Le produit de protection solaire est défini par l'agence nationale de sécurité du médicament (ANSM) comme un produit cosmétique destiné à être appliqué sur la peau pour la protéger du rayonnement ultraviolet en absorbant et/ou réfléchissant ce rayonnement.

Ils peuvent se présenter sous différentes formes : crème, huile, stick, gel ou lait...

Leur pouvoir de protection par rapport aux UVB est indiqué par leur facteur de protection, encore appelé SPF. Il existe huit niveaux de protection (6, 10, 15, 20, 25, 30, 50 et 50+). Plus le SPF sera élevé, plus le niveau de protection sera important. Ils doivent également protéger des UVA, reconnaissables à la présence d'un logo spécifique sur l'étiquetage.



Figure 20 : Logo UVA sur l'étiquette d'un PPS

En effet, un produit de protection solaire doit :

- fournir un SPF (Sun Protection Factor, facteur de protection UVB) minimum de 6 ;
- assurer une protection UVA minimale équivalente à 1/3 du SPF indiquée sur l'étiquetage ;
- couvrir les UVA les plus longs, ce qui correspond à une longueur d'onde critique minimale de 360 nm (35).

Un produit de protection solaire est formé d'un excipient, de molécules s'opposant à la pénétration de la lumière et d'additifs variés. En effet, on retrouve des écrans (filtres minéraux ou inorganiques) et les filtres organiques. Ce qui permet à la fin d'obtenir des formes liquides, des formes pâteuses et solides.

II/ Molécules actives contre la pénétration des photons

Pour atteindre des hauts indices de protection, les fabricants de crème solaire utilisent ce que l'on appelle des filtres solaires.

Leur application permet de créer une protection contre les rayons UV nocifs du soleil. Ces filtres peuvent atteindre jusqu'à 30 % de la composition du produit.

Il existe deux types de molécules : les filtres organiques ou chimiques qui absorbent certaines longueurs d'ondes du spectre lumineux naturel et qui a donc une efficacité directement dépendante de leur spectre d'absorption et les filtres minéraux qui diffractent ou réfléchissent le rayonnement de tout le spectre solaire.

1. Filtres organiques

Ils ont pour caractéristique de pénétrer l'épiderme afin d'absorber les UV à la place de la peau. Il faut compter environ 30 minutes après l'application pour qu'il soit actif.

Il protège dans une gamme donnée de longueur d'onde et la partie responsable de l'absorption des rayons UV est appelée chromophore. Lorsque la molécule de filtre solaire reçoit une radiation UV, elle passe dans un état excité ; le retour à leur état énergétique se fait en dissipant l'énergie reçue par des vibrations ou par émission de chaleur (Figure 12) (36).

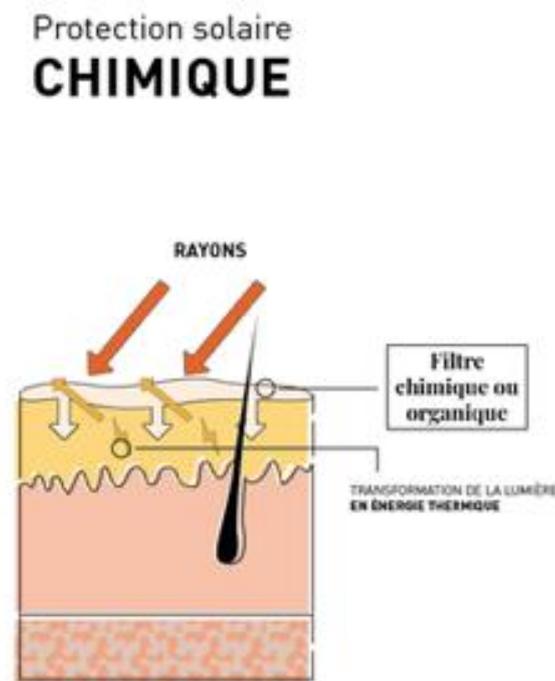


Figure 21 : mécanisme d'action filtre organique (36)

Il existe 26 filtres organiques autorisés en Europe selon la dénomination internationale, avec de multiples noms commerciaux, différents pics d'absorptions maximales et la concentration maximale autorisée dans le produit fini.

On distingue les filtres à spectre étroit absorbant les UVB et les filtres à large spectre dont l'absorption s'étend aux UVA.

	Famille	Dénomination INCI	PIC d'absorption maximale	Nom commercial ®	Concentration maximale
UVB purs	Cinnamates	2-éthylhexyl p-méthoxycinnamate octylméthoxy cinnamate	310 nm	Escalol 557 Eusolex 2292 Parsol MCX UvinulMC80 Neo Heliopan av	10 %
		Isoamyl-p-méthoxycinnamate	310 nm	Néo Heliopan E1000	10 %
	Dérivés camphrés	4-méthylbenzylidène camphre	290-300 nm	Unisol S22 Ultren BK	4 %
		3-benzylidène camphre	290-300 nm	Eusolex 6300 Neo Heliopan MB	2 %
		Méthosulfate camphre de benzalkonium	290-300 nm	Mexoryl SO	6 %
		Acide benzylène camphre sulfonique	290-300 nm	Mexoryl SL	6 %
		Polyacryl amidométhyl benzylidène camphre	290-300 nm	Mexoryl SW	6 %
	Acide para-amino-benzoïque (PABA) et dérivés	PABA (supprimé) 2-éthylhexyl p-diméthylamino-benzoate (octyl diméthyl PABA)	310 nm	Escalol 507 Eusolex 6007 Padimate O UVA-sorb 890	8 %
		PEG-25 PABA	310 nm	Unipabol u17 Uvinul p-25	10 %
	Salicylates	Homomenthyl salicylate (homosalate)	306 nm	Eusolex HMS Escalol 587	10 %
		Octylsalicylate (2-éthylexylsalicylate)	306 nm	Neo Heliopan HSM	5 %
	Benzimidazolés	Acide 2-phényl-benzimidazole 5-sulfonique	308 nm	Eusolex 232 ParsolHS Neo Heliopan Hydro	8 %
	Triazolés	Ethyl hexyl triazone (Octyltriazone)	303 nm	Uvinul T150	5 %
		Diéthylhexylbutamido triazone	303 nm	UVA-sorb HEB	10 %
	Silicones	Polysilicone -15	310 nm	Parsol SLX	10 %
	Acrylates	Octocrylène	303 nm	Escalol 597 Neo Heliopan 303 Parsol 340 Eusolex OCR Uvinul N-359	10 %

Tableau 4 : Filtres organiques absorbant les UVB (36)

- **L'acide para-aminobenzoïque** a été retiré de la liste européenne des filtres ultraviolets autorisés dans les produits cosmétiques. En effet, il cause de nombreux inconvénients tels que des réactions d'intolérances dès lors l'application et peut donc entraîner des allergies de contacts.
- **Les cinnamates** présentent un spectre étroit ce qui impose une association indispensable avec d'autres filtres pour obtenir une couverture suffisante.
- **Les dérivés camphrés** sont très utilisés en Europe. Ils présentent une très bonne stabilité à la lumière et sont donc bien tolérés.
- **Les salicylates** ne sont pas allergisants et ils sont souvent choisis car ils sont faciles à incorporer, stables et résistants à l'eau.
- **Les dérivés du benzimidazole** sont des filtres jugés sûrs et efficaces, utilisés depuis longtemps.

	Famille	Dénomination INCI	Pic d'absorption maximale	Nom commercial ®	Concentration maximale
UVA et large spectre	Benzophénones (BZP)	Oxybenzone (BZP3 ou 2-hydroxy-4 méthoxy benzophénone)	288 et 330 nm	Eusolex 4360 Escalol 567 Neo Heliopan BB Spectra-sorb Uv-9 Uvinul M40	10 %, 6 % en France
		Sulisobenzone (BZO4 ou acide 2-hydroxy 4-méthoxy-benzophénole 5-sulfonique)	288 et 330 nm	Escalol 577 Uvinul MS-40	10 %, 6 % en France
	Benzimidazolés	4-sulfonate de phényldibenzimidazole, disodique	335 nm	Neo heliopan AP	10 %
	Dibenzoyl-méthane	Butylméthoxy-dibenzoylméthane ou Avobenzone	356 nm	Parsol 1789 Eusolex 9020 Neo Heliopan 357	5 %
	Phényl benzotriazones	Acide terephtalydène (dicamphro) sulfonique	345 nm	Mexoryl SX	10 %
	Phényl benzotriazones	Drométrizole trisiloxane (silatrizole)	303 et 344 nm	Mexoryl XL	15 %
		Méthylène bis-benzotriazolyltrétraméthylbutylphénol	306, 348, 378	Tinosorb M	10 %
		Bis-éthylhexylphénol méthoxyphényltriazine (Anisotriazine)	310 et 340 nm	Tinosorb S	10 %
		Tris-phenyltriazine	310 et 350 nm	Tinosorb A2B	10 %
		Diéthylaminohydroxy benzoylhexyl-	354 nm	Uvinul A plus	10 %

Tableau 5 : Filtres organiques absorbant les UVA et UVB (36)

Les filtres organiques à large spectre absorbant les UVA et les UVB sont très photostables, actives à faible concentration et capables de s'incorporer facilement à d'autres composants.

Une molécule originale : **le dibenzotrazole** est une poudre organique faite de particules insolubles dans l'huile et dans l'eau. Il agit à la fois comme un filtre organique (absorption) et comme les poudres minérales (absorption et réflexion). Il n'a aucune pénétration cutanée du fait de la grande taille des particules (37).

2. Filtres minéraux

Anciennement appelé écrans minéraux, il s'agit de poudres inertes qui réfléchissent les UV. Leur spectre d'action sont les UVA, les UVB, le visible et l'IR.

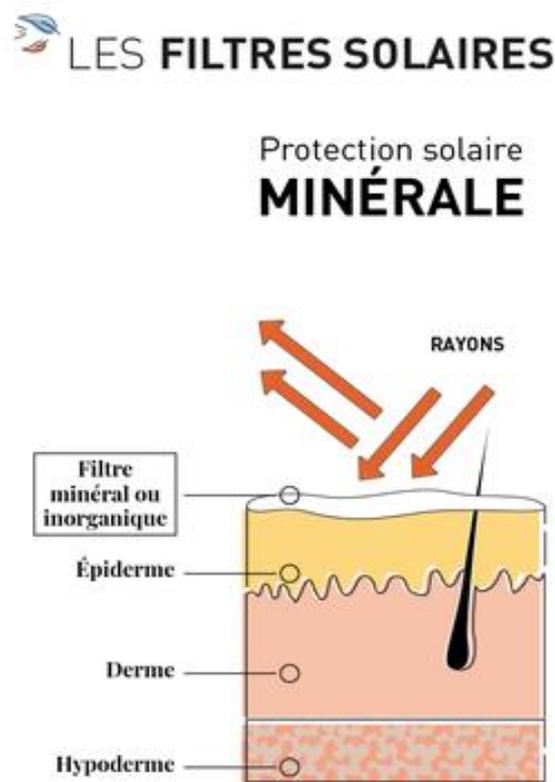


Figure 22 : Mécanisme d'action filtres minéraux (36)

Les plus employés sont le dioxyde de titane (TiO_2), l'oxyde de zinc (ZnO), l'oxyde de fer, l'oxyde de magnésium et le talc.

Leur efficacité est conditionnée par le type et la taille des particules.

Initialement les particules de dioxyde de titane et le dioxyde de zinc avaient un potentiel couvrant jusque dans les UVA long mais elles induisaient un aspect blanchâtre à partir de 5 %, ce qui était peu acceptable au niveau cosmétique.

Pour pallier cet inconvénient, la taille des particules a été fortement réduite, transparente dans le visible mais l'absorption devient alors faible dans les UVA longs. Ces filtres minéraux sont de plus en plus utilisés car ils ne pénètrent pas dans la peau donc n'induisent pas d'allergie ce qui est intéressant pour les enfants et les femmes enceintes. Ainsi, leur concentration n'est pas limitée contrairement au filtre organique (38).

Cependant, une revue de la littérature (Newman et al) conclut que les données actuelles semblent rassurantes concernant la pénétration transcutanée des nanoparticules de dioxyde de titane et d'oxyde de zinc mais de nouvelles études doivent analyser la pénétration sur une peau lésée lors d'une exposition au soleil, et le devenir des espèces réactives de l'oxygène formées à partir des nanoparticules exposées aux UV (39).

Si l'effet sur l'Homme reste donc incertain, l'impact environnemental des nanoparticules est de plus en plus critiqué. Présentes dans plusieurs crèmes solaires, ces particules se retrouvent sur le sable et à la surface de l'eau suite à nos baignades. Une étude réalisée sur les Iles Baléares a établi en 2014 un lien entre la destruction du plancton et les particules de dioxyde de titane et de dioxyde de zinc (40).

Mais depuis, plusieurs études (Hund-Rinke & Simon 2006, Heinlaan et al. 2008, Wiench et al. 2009, Zhu et al. 2008, Bang et al. 2011) ont démontré que les nanoparticules sont faiblement toxiques pour les espèces aquatiques.

Là encore, rien de certain mais l'impact environnemental des filtres minéraux semble largement minoritaire par rapport aux nombreuses études faites sur les filtres synthétiques qui seraient eux responsables du blanchiment des coraux.

3. Différences filtres chimiques et minéraux

	FILTRES CHIMIQUES	FILTRES MINÉRAUX
INCONVÉNIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - PEUT PROVOQUER UNE ALLERGIE OU UNE INTOLÉRANCE - PEUT ÊTRE PERTURBATEUR ENDOCRINIEN - EFFICACE 30 MINUTES APRÈS L'APPLICATION - IMPACT ÉCOLOGIQUE, NOTAMMENT SUR LES OCÉANS. LES MOLÉCULES ANTI-UV TUANT LES MICRO-ALGUES CONTENUES DANS LES TISSUS CORALLIENS. 	<ul style="list-style-type: none"> - PEUT LAISSER DES TRACES BLANCHES SUR LA PEAU - PRIX UN PEU PLUS ÉLEVÉ
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> - TEXTURE FLUIDE QUI NE COLLE PAS ET NE LAISSE PAS DE TRACES BLANCHES SUR LA PEAU - PRIX MOINS ÉLEVÉ 	<ul style="list-style-type: none"> - EFFICACE DÈS L'APPLICATION - PAS DE PÉNÉTRATION CUTANÉE - RESPECTE LA PEAU ET L'ENVIRONNEMENT - EFFICACITÉ IMMÉDIATE

Tableau 6 : Avantages/Inconvénients des filtres solaires (36)

Les filtres minéraux sont donc mieux tolérés, sans pénétration cutanée, malgré un prix plus élevé et une possibilité de traces blanches sur la peau.

4. Les excipients

L'excipient conditionne les concentrations maximales en filtres, les propriétés d'étalement et la capacité d'adhérence à la couche cornée dont dépend la rémanence.

L'incorporation d'huile végétale est fréquente en raison de leur adhérence, de leur viscosité et de leur absorption non négligeable d'une partie des UV. Il s'agit le plus souvent d'émulsion eau dans l'huile à base d'huile végétale de coco, huile d'olive, huile d'arachide ou de silicone qui ont très bonnes propriétés d'adhérence et de viscosité.

L'exception contient également des conservateurs, des colorants et des parfums qui peuvent être à l'origine des effets secondaires, d'allergies ou irritations (41).

5. Vers un filtre naturel ?

Quelques extraits végétaux ont été recommandés en complément de filtre solaire. En effet, certaines huiles sont réputées pour posséder un FPS naturel, comme l'huile de graines de carottes, huile de pépins de framboises, huile de germes de blé... Cependant, aucune d'étude n'a été faite pour démontrer leur réelle efficacité. Si elles semblent protéger contre les UVB, il est impossible de savoir à l'heure actuelle si elles protègent aussi contre les UVA. On ne peut donc pas savoir si elles offrent une protection à large spectre.

III/ Le facteur de protection solaire (FPS)

Il est aussi appelé SPF (Sun protection Factor) en anglais ou IP indice de protection. Il représente un indice qui sert à déterminer l'efficacité de protection solaire, c'est-à-dire sa capacité à protéger la peau contre les rayonnements UVA et UVB. Cet indice a la même signification dans tous les pays et est calculé grâce à la norme internationale ISO 24444 : 2010. Il représente le rapport entre le temps requis pour que les UV produisent un coup de soleil avec et sans écran solaire.

Par exemple, l'IP 15 signifie que théoriquement il faudra 15 fois plus de temps d'exposition pour attraper un coup de soleil comparativement à une personne qui n'aurait pas mis de crème solaire.

La protection contre les UV n'est pas directement proportionnelle à la valeur de l'IP, c'est-à-dire que de doubler l'IP ne double pas la protection.

Cet indice permet de classer les produits de protections solaires en quatre catégories :

Catégorie	Facteur de Protection Solaire FPS
Faible protection	6
	10
Moyenne protection	15
	20
	25
Haute protection	30
	50
Très haute protection	50+

Tableau 7 : Les différentes classes de protections solaires (42)

Il existe une relation inversement proportionnelle entre la protection contre les UVB et le FPS :

$$\% \text{ des UVB bloqués} = 1 - 1/\text{FPS}$$

LES SPF

FPS	% DES RAYONS UVB BLOQUÉS
4	75%
8	87.5%
15	93%
30	96.5%
50	98%
60	98.3%



Tableau 8 : Relation entre le FPS et la protection contre les UVB (42)

Il faut lutter contre une idée reçue, en ce qui concerne les crèmes solaires, elles ne nous protègent pas totalement des rayons du soleil. Malgré la protection solaire, certains UV ne pourront pas être arrêtés. En fonction du type de peau, du patrimoine génétique, et du lieu d'exposition, il faut ajuster le degré de sa protection solaire (42).

PARTIE 3 : Impact des photoprotecteurs

Comme précédemment évoqué, les crèmes solaires sont constituées de filtres chimiques et/ou de filtres minéraux. On nous alerte régulièrement sur les risques qu'entraîne une exposition prolongée aux rayons ultraviolets (UVA ou UVB), mais, on oublie de nous dire que les crèmes solaires synthétiques, censées nous protéger, sont, elles aussi controversées.

En effet, les filtres solaires chimiques contenus dans les crèmes solaires sont accusés de nombreux ébats plus ou moins avérés : risque d'effets secondaires et inhibition des effets bénéfiques du soleil.

I/ Tolérance des produits de protections solaires

1. Nocifs pour la santé humaine

Il faut savoir que l'utilisation des filtres UV peut parfois être associée à différents effets néfastes. Ces effets peuvent engendrer chez l'homme des allergies, irritations, et photoallergies, ainsi qu'une perturbation sur la fertilité, des dérèglements hormonaux, également une diminution de la vitamine D, et enfin, des risques de cancers.

1.1. Allergies, irritations et photoallergies

Les filtres UV sont parfois à l'origine de photosensibilisation, de dermites allergiques de contact, et de dermites irritatives. La répétition des applications majore ce risque.

On retrouve :

- **Eczéma photogravé** : il s'agit d'un eczéma qui s'aggrave après l'exposition au soleil, survenant le plus souvent sur les zones exposées et sur lesquelles la crème solaire a été appliqué,

- **Dermatite de contact ou eczéma de contact** : c'est un eczéma de contact ou allergie de contact à un filtre chimique survenant plus souvent quelques jours sur les zones où a été appliqué l'écran solaire,
- **Des allergies croisées** avec l'exemple du kétoprofène (molécule contenue dans les gels anti- inflammatoire) et l'octocrylène ou les cinnamates qui occasionnent des réactions croisées avec de nombreux produits tels que les parfums, médicaments, et produits alimentaires.

L'octocrylène est retrouvé dans diverses crèmes solaires et cosmétiques anti-âge. Il est probable que les personnes qui se sont sensibilisées en appliquant du kétoprofène deviennent plus réactives à d'autres substances chimiques dont l'octocrylène.

Les filtres UV qui ont été incriminé pour ses réactions sont :

- Les benzophénones c'est surtout l'oxybenson,
- Le butyl méthoxydibenzoylméthane,
- Le méthoxycinnamate,
- Le m éthylbenzylidiène-camphre
- Le PABA,
- L'octocrylène.

Ces effets indésirables restent peu fréquents compte tenu de la très large utilisation des PPS, cependant ses réactions doivent être connues notamment chez les patients atteints de lucite (43).

1.2. Présence dans l'organisme humain : perturbateurs endocriniens

L'application répétée sur une grande surface corporelle peut potentiellement conduire à des effets systémiques délétères avec absorption transcutanée des filtres et entraîner la perturbation du système endocrinien, comme en témoigne plusieurs études toxicologiques réalisées ces dernières années.

a. Effet sur la fertilité masculine

L'équipe du professeur Niels Erik Skakkebaek, a testé 29 filtres UV, sur les 31 sur la qualité des spermatozoïdes. Les chercheurs ont placé des spermatozoïdes, issus de donneurs sains, dans une solution semblable à celle baignant les trompes de Fallope, là où a lieu la fécondation. Le but de l'étude était d'observer l'effet des filtres solaires sur ces spermatozoïdes. Cette étude a révélé que 13 filtres solaires perturberaient la mobilité des spermatozoïdes en modifiant le flux de calcium, avec des doses actives très faibles.

En cause, ces PPS, qui passent sous la peau, ont modifié le taux du calcium essentiel à la reproduction des spermatozoïdes.

De plus, 9 de ces 13 filtres auraient imité l'effet de la progestérone, une hormone sexuelle sécrétée par le corps jaune des ovaires et impliquée dans le cycle menstruel féminin.

« Ces résultats sont préoccupants et pourraient expliquer en partie pourquoi l'infertilité inexplicée est tellement répandue », « Notre étude suggère que les organismes de réglementation devraient examiner de plus près les effets des filtres UV sur la fertilité avant leur approbation », conclut le chercheur.

Huit des 13 filtres UV perturbant le fonctionnement des cellules de sperme sont approuvés aux États-Unis :

- avobenzone ;
- homosalate ;
- meradimate ;
- octisalate (ou octyl salicylate) ;
- octinoxate (ou octylméthoxycinnamate) ;
- octocrylène ;
- oxybenzone (ou benzophénone 3 ou BP-3) ;
- padimate O. ;

Ces substances sont aussi présentes dans des produits de soins personnels contenant un écran solaire, tels que le maquillage, les crèmes hydratantes et les baumes pour les lèvres (44).

D'autres études le confirme, en effet, la concentration urinaire en BP-2 chez l'homme est apparue significativement associée à une réduction de la fertilité qualifiée par une augmentation du délai pour obtenir une grossesse chez les couples désireux de procurer ou bien encore corrélée avec la qualité du sperme (concentration en spermatozoïde, mobilité, nombre de spermatozoïdes immatures) (45).

b. Activité oestrogénique des filtres solaires

Plusieurs études confirment que le comportement biochimique des produits solaires dans le corps aurait pour effet de dérégler le système endocrinien et donc l'équilibre hormonal.

Le Dr Margaret Schlumpf, de l'Institut de pharmacologie et de toxicologie de l'Université de médecine de Zurich, a mené une longue étude sur l'effet des crèmes solaires sur les rats pendant plus de 10 ans. Ils ingurgitaient, avant de se reproduire, durant plusieurs semaines des filtres chimiques fréquents dans les crèmes solaires. Les bébés étaient alors auscultés et présentaient un nombre beaucoup plus élevé de malformations. Elle a prolongé son expérience sur 52 femmes enceintes. Celles-ci, pendant et après la grossesse s'appliquaient de la crème solaire chimique. La chercheuse a ensuite retrouvé ces filtres dans le lait maternel.

Les filtres chimiques agiraient donc comme des hormones et à ce titre comme des perturbateurs endocriniens. En effet, ces produits pénètrent la barrière de la peau et perturbent les systèmes hormonaux pouvant provoquer par exemple des malformations uro-génitales. Ils se retrouveraient aussi dans le sang.

En effet, l'étude du docteur Margaret Schlumpf révèle que des traces de toutes les crèmes et huiles connues peuvent être retrouvées dans les graisses de l'organisme et même dans le lait maternel.

De plus, chez la femme, la perturbation hormonale due à ces œstrogènes est impliquée dans l'apparition des cancers du sein.

Les résultats de ces recherches démontrent donc que ces produits dits « de protection » contiennent en fait de vrais agresseurs. Les initiés les appellent les « œstrogènes-like » car ils agissent comme un œstrogène. Les tests in vitro et in vivo menés par la chercheuse suisse ont établi que ces produits chimiques, en pénétrant à travers la peau, ont un fort impact sur l'organisme, même lorsque les doses sont faibles. En effet, les perturbateurs endocriniens sont des molécules qui agissent sur le système endocrinien d'un animal par mimétisme avec les hormones.

Selon trois moyens :

- par effet de mimétisme
- par effet de blocage en saturant les récepteurs à hormone
- par effet perturbant

ce qui affecte le processus de régulation hormonale.

Le développement et le fonctionnement des organes reproducteurs sont alors menacés. Pour donner suite à ces découvertes, il est préférable d'être prudent quant à l'utilisation des filtres chimiques chez la femme enceinte et l'enfant. Plusieurs études de Margaret Schlumpf révèlent donc la présence de filtres chimiques dans le lait maternel de femmes utilisant des produits cosmétiques composés de filtres UV.

	Reported use (n = 53) ^a						Detection in milk (n = 54) ^a		Correlation of reported use and detection (n = 53)
	Sunscreens		Other cosmetics		All products		Number of positive milk samples	% of total	
	Number of women reporting use	% of total	Number of women reporting use	% of total	Number of women reporting use	% of total			
All UV filters ^b	29	54.72	32	60.38	41	77.36	46	85.19	p = 0.0104
Ethylhexyl-methoxycinnamate (EHMC)	25	47.17	26	49.06	35	66.04	42	77.78	p = 0.0799
Octocrylene (OCT)	21	39.62	2	3.77	23	43.40	36	66.67	p = 0.0401
4-Methylbenzylidene camphor (4-MBC)	14	26.42	0	0	14	26.42	11	20.37	p = 0.0488

Tableau 9 : Étude de la présence de filtre solaire dans le lait maternel (46)

En effet, sur la dernière étude réalisée sur 52 femmes de la maternité de Bâle, les chercheurs ont trouvé des traces de filtres UV chimiques dans 85 % des échantillons de laits maternels prélevés, et dans 20 % des cas il s'agissait du 4-MBC (Methylbenzylidène).

	Octocrylène	Oxybenzone / BP3	PABA (octyldiméthyl)	Homosalate	OMC / EHMC / Octinoxate	Ethylhexyl salicylate / Octylsalicylate	3-méthylbenzylidène camphor 3MBC et 4-méthylbenzylidène camphor 4MBC	Benzophénone
Pénétration dans l'organisme	Lait maternel	Sang, urine, placenta, lait maternel	Oui	Lait maternel	Lait maternel		Lait maternel	Sang, urine, placenta, lait maternel
Actif sur le système endocrinien	Perturbateurs oestrogéniques et androgéniques	Perturbateurs oestrogéniques et androgéniques	Activités oestrogéniques	Activités oestrogéniques	Perturbateurs oestrogéniques et androgéniques		Perturbateurs oestrogéniques et androgéniques	Perturbateurs oestrogéniques et androgéniques
		Endométriose			Affecte le développement reproductif et neurologique chez le rat		Incidence sur les organes reproducteurs	Endométriose
	Perturbation de la motilité des spermatozoïdes	Perturbation de la motilité des spermatozoïdes		Perturbation de la motilité des spermatozoïdes	Perturbation de la motilité des spermatozoïdes		Perturbation de la motilité des spermatozoïdes	

Tableau 10 : Filtres solaires présents dans l'organisme humain (46)

Ainsi, l'Ethylhexyl-Methoxycinnamate (EHMC, autrefois connu comme Octyl-Methoxycinnamate (OMC) et l'Octocrylène (OC), filtres UV les plus fréquemment utilisés ont été retrouvés le plus souvent dans les échantillons de lait. Les données démontrent la concentration de filtres UV dans une proportion pertinente d'échantillons de lait maternel (46).

1.3. Inhibition de la synthèse de la vitamine D

Le soleil est la plus importante source de vitamine D. La crème solaire peut limiter les effets néfastes du soleil, mais on craint qu'elle n'inhibe aussi la production de vitamine D par l'organisme.

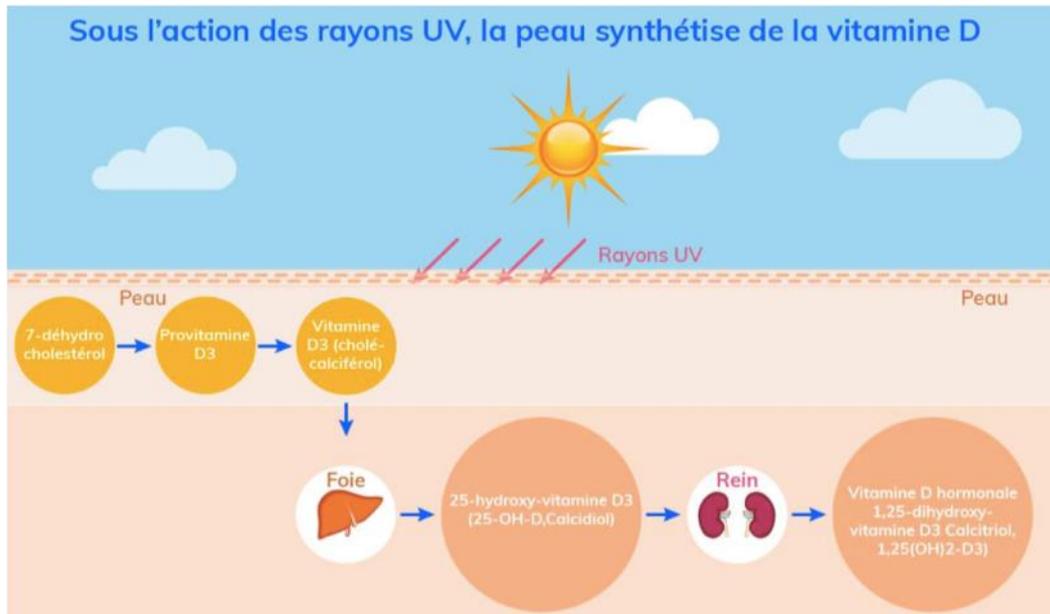


Figure 23 : Synthèse de la Vitamine D sous l'action des rayons UV
(47)

Dans un premier temps, cette lumière pénètre les couches supérieures de l'épiderme et sous l'effet des rayons UVB du soleil, une molécule de la peau appelée 7-déhydrocholestérol qui est un dérivé du cholestérol, est transformée en provitamine D3. Dans un second temps, cette provitamine D3 est transformée en vitamine D3 grâce à la chaleur générée. Puis, la vitamine D3 passe par le foie pour être transformé en vitamine D3 25OH ou 25-hydroxyvitamine D3 et par les reins ou par d'autres cellules de l'organisme (prostate, seins, côlon) pour être finalement transformée dans sa forme active, le calcitriol. Les craintes sur l'effet inhibiteur des écrans solaires sur la production de vitamine D ne seraient pas totalement fondées.

Une étude publiée le 9 mai 2019 dans le *British Journal of Dermatology* a montré que même utilisés de manière optimale pour prévenir les coups de soleil, les écrans solaires permettaient une excellente synthèse de la vitamine D.

En effet, une augmentation de la vitamine D a été enregistrée chez les participants pendant une semaine sans nuages à Tenerife (Espagne), avec un indice UV très élevé, alors qu'ils ont utilisé correctement leurs écrans solaires pour prévenir les coups de soleil (47). En conclusion, les écrans solaires peuvent prévenir les coups de soleil et le cancer de la peau, mais les effets des écrans solaires sur la vitamine D n'ont jamais été clairs.

1.4 Risque de cancer

Un ingrédient est suspecté de devenir cancérigène au fil du temps. Il s'agit de l'octocrylène.

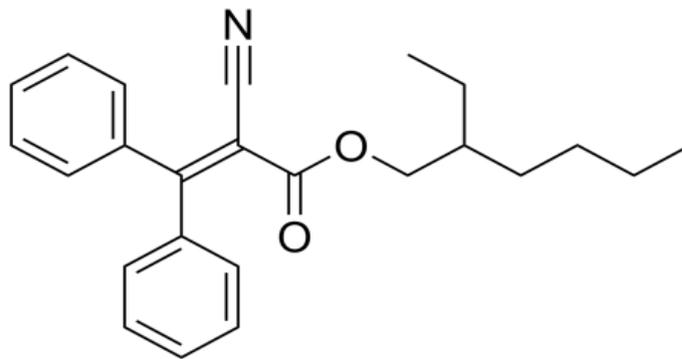


Figure 24 : Formule chimique de l'octocrylène (48)

Selon des chercheurs franco-américains, ce filtre se dégrade lorsque le produit vieillit, en un composé cancérigène pour l'homme. Comme précédemment évoqué, l'octocrylène est un composé organique utilisé comme filtre solaire dans les PPS. En effet, lorsque le produit vieillit, il se transformerait et se dégraderait au sein même des flacons en benzophénone, une substance soupçonnée d'être un perturbateur endocrinien cancérigène en plus d'être très polluante pour l'environnement en particulier pour le corail.

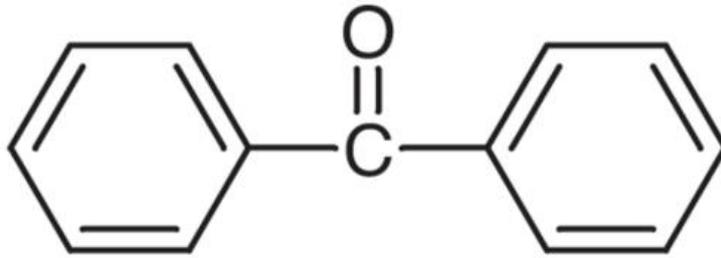


Figure 25 : Formule chimique de la benzophénone (48)

Une étude très récente datant du 8 mars 2021, affirme 16 produits solaires contenant de l'octocrylène présentent une concentration importante de benzophénone. Chacun de ces crèmes a développé entre 9,8 mg/kg et 435 mg/kg de benzophénone, d'après les chercheurs. Cette augmentation dépassant les 100 %, voir les 200 % a été observé six semaines après ouverture du produit.

Cette substance dans le produit augmenterait donc avec le temps et est d'autant plus problématique qu'elle est facilement absorbée par la peau. La benzophénone est classée comme potentiellement cancérigène pour l'Homme, par le Centre international de recherche sur le cancer de l'OMS. D'après des tests sur les animaux, l'exposition à la benzophénone peut provoquer un cancer du foie, des lymphomes, affecter les fonctions thyroïdiennes et perturber des organes reproducteurs. (48)

Il faut donc être prudent quant à la composition du produit, de vérifier l'étiquette, et d'éviter la présence d'octocrylène.

En outre, voici une liste des filtres chimiques les plus problématiques :

- Benzophénone-1 (BP1) / Benzophénone-2 (BP2) / Benzophénone-3 (BP3 / Oxybenzone)
- Benzylidène Camphre Sulfonic Acid (BCSA)
- Ethylhexyl-Methoxycinnamate (EHMC) – Octyl-Méthoxycinnamate (OMC) – Octinoxate
- Ethylhexyl Salicylate / Octyl Salicylate / Octisalate (EHS)
- Homosalate (HMS)
- 3-Methylbenzylidene Camphor (3MBC) / 4-Methylbenzylidene Camphor (4MBC)
- Octocrylène (OC)
- Octyl-Dimethyl (PABA) / 2-ethylhexyl p-diméthylaminobenzoate

Certains d'entre eux sont jugés potentiellement dangereux, les Benzophénones, les dérivés du Benzylidène Camphre, l'Homosalate, les dérivés du PABA, les cinnamates et l'Avobenzone (49).

2. Photostabilité médiocre des photoprotecteurs

Un produit solaire est photostable lorsqu'il conserve ses effets protecteurs pendant l'exposition aux rayons UV.

En 2007, une étude définie pour la première fois la notion de photostabilité d'un produit solaire. Les chercheurs considèrent qu'un produit solaire est qualifié de photostable s'il conserve plus de 90 % de son efficacité après au moins 2 heures d'irradiation dans un simulateur solaire reproduisant les mêmes conditions d'ensoleillement d'une journée d'été dans le Sud. Ces conditions ont été choisies afin de se placer dans des conditions réelles d'utilisation. Cela a permis de classer les filtres UVB en filtres photostables ou non (50).

FILTRES CHIMIQUES PHOTOSTABLES	FILTRES CHIMIQUES NON PHOTOSTABLES
PABA Oxybenzone Acide Phénylbenzimidazole sulfonique Diéthylhexylbutamidotriazone Benzophénone-5 Méthylène bis-benzotriazolyl Tétraméthylbutylphénol	Homosalate Octocrylène Octylméthoxycinnamate PEG-25 PABA Isoamyl p-méthoxycinnamate Octyltriazone 4-méthylbenzylidène camphre 3- benzylidène camphre Octylsalicylate Octyldiméthyl PABA Anisotriazine Polysilicone-15

*Tableau 11 : Filtres chimiques photostables/non photostables
(50)*

Enfin, selon une étude française de 2010, les photostabilités des produits solaires serait médiocres dans les conditions expérimentales (51). On peut donc constater que certains ingrédients contenus dans les écrans solaires peuvent perdre leur efficacité lorsqu'ils sont exposés aux rayons UV.

Lors du choix de la protection solaire, il faut donc porter une attention particulière à la photostabilité des ingrédients actifs présents dans la protection solaire.

Une protection solaire photostable ne verra pas son efficacité diminuer à partir d'un certain temps d'exposition au soleil et protégera la peau dans le temps. Cependant, certains filtres solaires sur le marché sont dégradés par les rayons UV et ne peuvent plus remplir le rôle de protecteur après un certain temps.

Les filtres minéraux avec la présence de nanoparticules, seraient aussi nocifs pour l'être humain, des études sont en cours.

II/ Un environnement menacé

On estime à un litre / seconde la quantité de crème solaire qui se dilue dans les océans soit entre 6000 et 14 000 tonnes la quantité déverser chaque année. Les produits solaires contenant des filtres chimiques participent activement à la destruction de l'un des écosystèmes les plus importants de la planète.

Les plus problématiques sont : l'Ethylhexyl Methoxycinnamate, Benzophénone-3, 4-Méthylbenzylidene Camphor, et l'Octocrylène

1. Filtres chimiques dans l'organisme aquatique

Les filtres solaires se retrouvent non seulement dans les océans mais également dans les rivières et les lacs. La contamination de l'environnement provient des eaux usées et des activités de loisirs. Aujourd'hui avec différentes études, on peut conclure que les filtres UV s'accumulent dans les milieux aquatiques (52).

Précédemment, on a montré qu'un grand nombre de filtres UV provoquaient des effets hormonaux in vitro : de véritables perturbateurs endocriniens. Les filtres UV induiraient des effets hormonaux dans l'environnement aquatique et affecteraient la fertilité et la reproduction chez les poissons.

Selon une étude, le 2 Ethylhexyl 4 triméthoxyCinnamate (EHMC), est un filtre UV lipophile, et fait partie des plus utilisé. Il s'accumule chez les animaux aquatiques, et l'étude démontre un impact hormonal sur les poissons (*Pimephales promelas*) (53).



Figure 26 : Représentation de Pimephales promelas (53)

Une autre étude démontre la bioaccumulation et les effets moléculaires du filtre UV Octrocrylène (OC) au stade embryonnaire et adulte du poisson zèbre. En effet, l'OC aurait un impact sur l'hématopoïèse, qui est le processus physiologique de production des cellules sanguines ; le flux sanguin, la formation des vaisseaux sanguins, et le développement des organes ainsi que sur le système endocrinien (54).



Figure 27 : Représentation poisson zèbre (54)

Plusieurs études ont donc prouvé la présence de filtre solaire chez les poissons dans divers milieux aquatiques, et ont permis de mettre en évidence les effets des perturbateurs endocriniens.

2. Filtres chimiques chez les coraux

Les récifs coralliens sont des structures sous-marines construites par les coraux. Ce sont des animaux marins, vivant en symbiose avec des algues et qui constituent leur propre squelette calcaire.

Un habitat où vit une multitude d'espèces animales et végétales. Sans elles la flore et la faune aquatiques ne seraient pas aussi diversifiées.



Figure 28 : Récif corallien sain (56)

Des études relèvent que l'Octocrylène s'accumule dans les tissus de *Pocillopora damicornis*, qui est une espèce de coraux de la famille des Pocilloporidae. Il entraîne le dysfonctionnement des cellules mitochondrial du corail (55). Pour donner suite aux résultats de l'étude, le CNRS de la Sorbonne a publié un communiqué de presse pour informer les consommateurs des effets toxiques de l'OC sur les coraux :

« Paris, le 14 décembre 2018. Une équipe de chercheurs du Laboratoire de biodiversité et biotechnologie microbienne et de l'Observatoire océanologique de Banyuls-sur-Mer a mis en évidence la toxicité, pour les coraux, de l'octocrylène (OC), ingrédient utilisé dans de nombreux filtres solaires et cosmétiques à travers le monde.

L'octocrylène se « dissimule » et s'accumule dans le corail en étant transformé en dérivés d'acides gras, composés qui, jusqu'alors, n'avaient pas été détectés par les scientifiques. L'analyse a démontré la toxicité de l'octocrylène, affectant les fonctions vitales des cellules des coraux ainsi exposés. » (56)



Figure 29 : *Pocillopora damicornis* sain/contaminée (56)

Une étude menée par une équipe italienne indique le blanchissement de la barrière de corail dû à plusieurs filtres présent dans les produits solaires même à des concentrations extrêmement faibles.

L'objectif était d'évaluer l'impact potentiel des ingrédients de protection solaire sur les coraux et leurs algues symbiotiques.

Les résultats sont obtenus en laboratoire avec des coraux directement mis en contact avec des solutions de filtres chimiques type avobenzone, benzophénone...

« Nous concluons que les écrans solaires en favorisant l'infection virale joue potentiellement un rôle important dans le blanchissement des coraux dans les zones sujettes à des niveaux élevés d'utilisation récréative pour les humains. » (57).



Figure 30 : Résultat de l'étude : branche de corail témoin/exposé aux filtres UV (57)

3. Interdiction des filtres chimiques sur certaines îles

Face aux résultats peu probants des filtres solaires chimiques sur l'environnement et la santé humaine, des solutions sont mises en place rapidement et sur le long terme. En effet, on ne connaîtra réellement les effets néfastes que dans 10 ou 15 ans mais certaines îles appliquent le principe de précaution dans les massifs coralliens qui sont un patrimoine à conserver et ils ont donc décidé d'interdire certains filtres solaires.

En 2020, les îles Palaos, archipel situé entre le Japon et l'Australie, est le premier pays à avoir interdit toute crème solaire qui pourrait être toxique aux coraux : il sera impossible de s'y rendre avec des crèmes solaires contenant les filtres suivants :

- Oxybenzone / Benzophenone-3 (BP3)
- Octinoxate / Ethylhexyl Methoxycinnamate (EHMC) / Octyl Methoxycinnamate (OMC)
- Octocrylene (OC)
- 4-Methyl-Benzylidene Camphor (4MBC) (58).

Un décret entré en vigueur mercredi 4 août 2021 interdit l'usage dans les parcs nationaux marins de la Thaïlande des crèmes solaires contenant des composés chimiques comme l'oxybenzone, l'octinoxate, le 4-méthylbenzylidène camphor ou le butylparaben (59).

D'autres pays comme les États-Unis sur l'archipel d'Hawaï, la Polynésie française ou encore le Mexique bannissent les produits de protections solaires dont les filtres chimiques présents, sont considérés comme dangereux à la fois pour l'être humain que pour l'environnement.

	Octocrylène	Oxybenzone / BP3	PABA (octyldiméthyl)	Homosalate	OMC / EHMC / Octinoxate	Ethylhexyl salicylate / Octylsalicylate	3-méthylbenzylidène camphor 3MBC et 4-méthylbenzylidène camphor 4MBC	Benzophénone
Bioaccumulation chez les animaux	X				X			
Présence chez des espèces de poissons	X			X	X	X	X	X
Menace les coraux (blanchissement)	X	X			X		X	X
Interdiction dans certains endroits	Palaos	Palaos, Hawaï, Floride,			Palaos, Hawaï, Floride à partir de 2021.		Palaos	Palaos, Hawaï, Floride à partir de 2021.

Tableau 12 : Filtres chimiques menaçant l'environnement (58)

4. Solution tendance

L'alternative serait d'utiliser une protection solaire minérale certifiée bio. La protection solaire via utilisation de filtres minéraux dont seuls deux filtres en cosmétique bio sont acceptés : le dioxyde de titane et l'oxyde de zinc. Ils assurent une protection immédiate contre les UV, la protection est donc active dès l'application contrairement aux filtres chimiques qui mettent jusqu'à 25 minutes.

La certification bio est un gage de qualité dans le respect du corps et de l'environnement, les labels s'engagent à bannir totalement tous les ingrédients polémiques : perturbateurs endocriniens suspectés, matières issues de la pétrochimie, pesticides etc.

Cependant, selon certaines études, les crèmes solaires bio atteignent difficilement l'efficacité d'une crème solaire classique, et démontrent qu'il y a un lien de cause à effet entre la présence de nanoparticules et le passage de celles-ci dans le corps humain.

Il est donc recommandé d'utiliser non seulement des écrans solaires minéraux à base d'oxyde de zinc et ou d'oxyde de titane mais de n'utiliser que ce qui sont fabriqués à partir de molécules entières, donc identifier sans nanoparticules.

En conclusion, les filtres solaires chimiques représentent un danger aussi bien pour l'homme que pour l'environnement.

Ces filtres pénètrent directement la peau et l'organisme, allergisant pour certains, perturbateurs endocriniens pour d'autres.

D'autre part, ils sont tout aussi toxiques pour l'homme que pour l'environnement aquatique avec plusieurs études accusant ces mêmes filtres chimiques d'être responsable du blanchissement du corail et de l'empoisonnement des animaux et crustacés marins. Des substances que l'on applique sur la peau et que l'on retrouve dans nos assiettes ou encore dans le lait maternel des femmes.

La population prend conscience de l'impact que cela peut avoir au niveau de leur santé et au niveau de l'environnement, c'est pourquoi certains pays interdisent ces filtres chimiques. L'utilisation d'une crème solaire bio serait peut-être la solution mais nous n'avons pas assez de recul pour le confirmer.

PARTIE 4 : Conseils à l'officine et recommandations

Weekend, période de vacances, le soleil est partout. Il est à la fois indispensable et vital pour notre corps. Cependant, une exposition intense et prolongée de la peau au soleil peut entraîner des conséquences très néfastes pour la santé.

Il est donc important d'éduquer les patients sur une photoprotection efficace.

I/ Prévention

1. Pas tous égaux sous le soleil

Pour bien choisir son produit solaire, il faut prendre en compte certains critères tel que le phototype, les conditions d'exposition et les antécédents de réactions allergiques ou photo-allergiques.

1.1 Les phototypes

La capacité de protection du soleil de notre peau est liée à différents éléments reliés à notre phototype :

- notre couleur de cheveux,
- la couleur des yeux
- la présence de taches de rousseur (60).

Le phototype permet de classer les individus selon la réaction de leur peau lors d'une exposition solaire :

PHOTOTYPES	CARACTÉRISTIQUES
I.	Peau laiteuse, brûle toujours, ne bronze jamais, nombreuses tâches de rousseur
II.	Peau claire, brûle facilement, bronze peu et avec difficulté, nombreuses tâches de rousseur
III.	Peau claire à mate, brûle peu, bronze progressivement, quelques tâches de rousseur
IV.	Peau mate, brûle peu, bronze toujours bien
V.	Peau brune, brûle rarement, bronze intensément
VI.	Peau brun foncé à noire, ne brûle jamais, bronze intensément et profondément



Tableau 13 : Caractéristiques des différents phototypes (60)

1.2 Conditions d'expositions selon les phototypes

Suivant le phototype de la personne avec une peau plus au moins sensible ou pas au soleil, et une exposition modérée, à importante ou extrême, le choix du PPS sera différent suivant son indice de protection.

			
Sujet extrêmement sensible au soleil	Haute Protection (SPF 30-50) 	Très Haute Protection (SPF 50+) 	Très Haute Protection (SPF 50+) 
Sujet sensible au soleil	Moyenne Protection (SPF 15-20-25) 	Haute Protection (SPF 30-50) 	Très Haute Protection (SPF 50+) 
Sujet à peau intermédiaire	Faible Protection (SPF 6-10) 	Moyenne Protection (SPF 15-20-25) 	Haute Protection (SPF 30-50) 
Sujet à peau assez résistante	Faible Protection (SPF 6-10) 	Faible Protection (SPF 6-10) 	Moyenne Protection (SPF 15-20-25) 

Tableau 14 : Choisir un PPS selon les conditions d'expositions et le phototype (60).

2. Conseils généraux pour protéger la peau du soleil

Généralement, les conseils donnés aux patients pour protéger la peau du soleil sont de porter un T-shirt, des lunettes, un chapeau et d'appliquer un PPS avec un SPF adapté à sa peau et aux conditions d'expositions.

En effet, il existe des vêtements anti UV, et ils constituent une excellente protection contre le soleil. Des lunettes de soleil sont incontournables lors de l'exposition, avec la norme CE pour une réelle protection.



Figure 31 : Exemple de vêtements Anti-UV (61)

L'hydratation est primordiale, il faut boire entre 1,5 à 2L par jour. En effet, la chaleur peut provoquer une insolation ou une transpiration excessive ce qui entraîne une forte déshydratation.

Les recommandations sont donc de privilégier une exposition solaire progressive et non intensive les premiers jours, d'autant plus si le phototype est clair et d'appliquer un PPS toutes les 2h, après chaque bain, ou après s'être essuyé si transpiration intense, qui est adapté à

son type de peau et aux conditions d'exposition solaire. En revanche, la relation « appliquer plus de PPS, pour une exposition plus longue au soleil », est à bannir. Privilégier un PPS à large spectre, photostable, et facile à appliquer sur la peau, sans le laisser en plein soleil et attention à la date de péremption. Cependant, il faut se méfier des nuages, du vent, ou des surfaces réfléchissantes (l'eau, neige, sable) car ils ne font pas nécessairement obstacles aux rayonnements UV. Attention également en altitude, où les UVB sont plus intenses, soit une augmentation de 10 % pour 1000 m.

Par contre, il faut éviter une position couchée immobile, cela favorise l'apparition de « coup de soleil » ; une exposition solaire entre 12h et 16h, étant donné que les rayons UV émis par le soleil sont plus intenses sur cette plage horaire, et donc les plus dangereux ; et de s'exposer au soleil si pris de médicaments photosensibilisants ou d'application de produits avec des parfums ou alcool, sous risque d'apparition de taches brunes sur la peau (61).

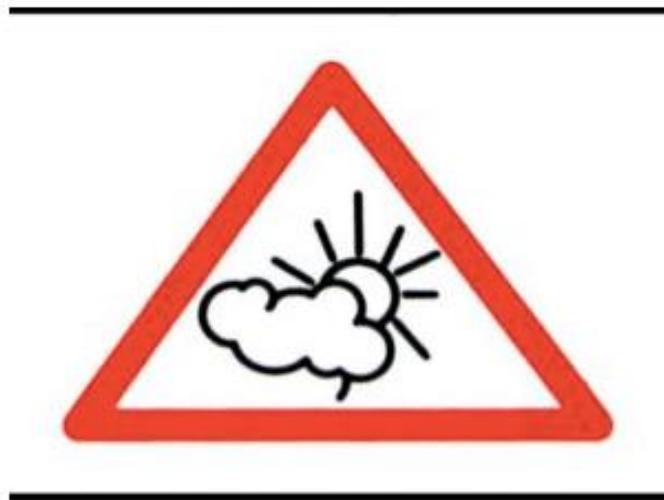
3. Médicaments photosensibilisants

De nombreux médicaments peuvent provoquer des réactions cutanées. En effet, certaines molécules appliquées ou ingérées rendent la peau photosensible.

Il existe deux types de photosensibilisations, la réaction en phototoxique et la réaction photo allergique :

- **La réaction phototoxique** est la plus courante se manifeste par un coup de soleil très important avec parfois l'apparition de brûlures ou de cloques sur les parties du corps exposées.
- **La réaction photoallergique** est plus rare et se manifeste en général entre 24 à 48 heures après l'exposition aux rayons UV. Les symptômes se manifestent par des rougeurs des démangeaisons ou la présence d'œdème.

Les médicaments photosensibilisants possèdent un pictogramme sur leur boîte afin de l'identifier facilement et ainsi prendre des mesures préventives adaptées (62).



*Figure 32 : Symbole représentatif des médicaments photosensibilisants
(62)*

Les principales familles de médicaments contenant au moins une spécialité photosensibilisante sont les suivantes :

- Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)
- Antiépileptiques
- Statines
- Diurétiques (sulfamide, triamtérène)
- Antidépresseurs
- Antiparasitaires comme les antipaludéens (chloroquine et hydroxychloroquine)
- Antiarythmiques comme l'Amiodarone
- Inhibiteurs de l'Enzyme de Conversion (IEC)
- Antibiotiques (quinolones, fluoroquinolones, tétracyclines, sulfamides, antibactériens)
- Anticancéreux
- Antifongiques
- Inhibiteurs calciques
- Neuroleptiques (chlorpromazine, phénothiazine)
- Antitussifs (oxomémazine)
- Anxiolytiques
- Fibrates
- Antiacnéiques (isotrétinoïne)
- Inhibiteurs de la pompe à protons (omeprazole, pantoprazole, ...)
- Antidiabétiques oraux notamment les sulfamides hypoglycémiantes comme le glimépiride ou le glibenclamide

Figure 33 : Liste des familles de médicaments photosensibilisants pris par voie générale (63)

- Pommades antiallergiques
- Pommades anti-acnéiques (adapalène, isotrétinoïne, peroxyde de benzoyle)
- Gels anti-inflammatoires

Figure 34 : Liste des familles de médicaments photosensibilisants pris par voie locale (63)

Il est donc recommandé d'éviter au maximum l'exposition au soleil, même sur une seule petite zone comme les mains peut déclencher une réaction sur l'ensemble du corps. Privilégier l'ombre, l'utilisation de vêtements longs voir anti-UV, un chapeau, des lunettes et évidemment renouveler fréquemment l'application d'une crème solaire indice 50.

Si un patient prend des médicaments photosensibilisants, la solution sera soit l'arrêt des médicaments en cause, soit d'avoir une extrême vigilance vis-à-vis du soleil.

II/ Recommandations du pharmacien

1. Règles d'applications du produit solaire

Avant d'appliquer un PPS, il faut choisir la forme...

Le pharmacien est là pour orienter le choix entre crème, spray, lotion qui se fait en fonction de la surface à protéger et du confort d'application.

En pratique,

- les crèmes sont utilisées pour le visage,
- les sticks pour les lèvres, le nez et le contour des yeux,
- les laits, les sprays et les gels pour le corps.

Les mentions telles que « écran total » ou bien « ce produit assure une protection à 100 % », qui ne devraient pas figurer sur l'emballage des produits de protection solaire car aucun produit de protection solaire ne permet actuellement de garantir une protection intégrale contre l'ensemble des UV.

Le rôle du pharmacien est de donner à ses patients la marche à suivre et les conseils d'applications du PPS pour une protection optimale :

- Première application de la crème solaire 15 minutes avant l'exposition au soleil de manière uniforme sur toutes les surfaces du corps découvertes.
- Renouvellement régulier toutes les deux heures, voir avant si baignade ou forte transpiration.

- Il faut une quantité suffisante pour recouvrir toute la surface du corps : 7 cuillères à café sont nécessaires pour une bonne protection. En effet, une cuillère à café pour la tête et le visage, deux cuillères à café pour le bras et les épaules, une seule pour le torse le dos, et enfin deux pour les jambes (64).

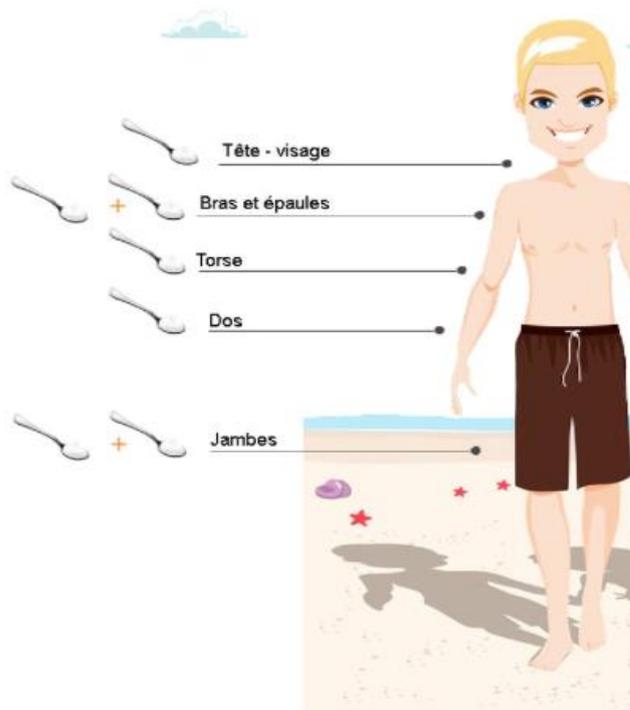


Figure 35 : Règle de la cuillère à café pour une application correcte de la crème solaire (64)

2. Les 10 conseils à donner au comptoir



Figure 36 : Conseils à prendre en compte pour une meilleure efficacité

3. Personnes à risques : recommandations spécifiques

3.1 La protection des enfants : un enjeu prioritaire

a. Prévention des enfants

La photo-protection des enfants reste un objectif prioritaire. Les raisons sont multiples :

Les dermatologues, cancérologues et spécialistes de santé publique sont formels, les surexpositions solaires de l'enfance entraîne des mélanomes à l'âge adulte.

L'explication est double : d'une part, les défenses de l'organisme ne sont pas pleinement fonctionnelles avant la puberté. D'autre part, ils jouent en plein air et 70 % d'exposition au soleil pendant une vie humaine se fait avant 17 ans.

Il ne faut donc jamais exposer un jeune enfant de moins de 24 mois directement au soleil et s'assurer impérativement une bonne protection par le port de vêtements et d'accessoires protecteurs adaptés (ex : T-shirt au tissage serré, lunette avec protection latérale protégeant les UVA et UVB, chapeau à bords suffisamment larges protégeant le visage, la nuque et les oreilles), et une protection indice 50+ (65).

En effet, la photoprotection des yeux chez les enfants est souvent négligée par le port de lunette de soleil de mauvaise qualité qui filtre mal les ultraviolets et qui entraîne des dommages directement sur la pupille et le cristallin. Il est donc important de porter des lunettes avec le marquage CE qui permet d'identifier l'efficacité de la protection des yeux.

Marquage "CE" et pictogrammes

PROTECTION UV ADAPTEE	CATÉGORIE	PICTOGRAMMES DES FABRICANTS FRANÇAIS	INDICATIONS D'UTILISATION
0			Lunettes solaires Confort, esthétique
1			Lunettes solaires Luminosité solaire atténuée
2			Lunettes solaires Luminosité solaire moyenne
3			Lunettes solaires Forte luminosité solaire
4			Lunettes solaires Luminosité solaire exceptionnelle Non adaptées pour la conduite automobile et les usagers de la route

Tableau 15 : Indication d'utilisation en fonction de la catégorie du marquage CE (66)

Afin de bien protéger les yeux d'un enfant de 3 à 36 mois, il est important de choisir un verre de catégorie 4 ou catégorie 3, avec traitement anti-lumière bleue. La mention CE est indispensable mais non suffisante : il convient de fuir les lunettes « gadget » de catégorie 0 à 2, qui n'assurent pas une protection suffisante pour les plus jeunes (66).



Figure 37 : Exemple de lunette bébé marquage CE, catégorie 4

b. Éducation de la santé à l'école

L'éducation est commencée tôt à l'école dès la petite enfance, c'est une stratégie efficace de prévention et de bon usage du soleil et également un excellent moyen d'atteindre les familles.

En effet, des programmes de prévention scolaire ciblant les enfants pendant la période où se forment leurs futures habitudes de comportement sont mis en place.

L'exemple de « l'Association Sécurité Solaire », centre collaborateur de l'OMS pour l'éducation scolaire, crée en 1994 : a initié en 2005 un programme pluriannuel « Vivre avec le soleil, à l'école, au centre de loisirs et en famille ». (67)

3.2 Femmes enceintes : attention au « masque de grossesse »

Le masque de grossesse aussi appelé « choama » ou « melasma » est provoqué par les rayons ultraviolets.

C'est l'un des effets du soleil le plus fréquent chez la femme enceinte. Il s'agit d'une hyperpigmentation de la peau du visage qui peut survenir chez la femme enceinte après une exposition au soleil.

La grossesse entraîne une augmentation du taux d'œstrogènes et stimulent les mélanocytes qui fabriquent la mélanine, hormone à l'origine de la coloration de la peau et du bronzage.

Cette augmentation va se traduire par l'apparition de taches brunâtres ou grisâtres souvent symétriques sur les joues, les tempes et le front.

Le chloasma est un phénomène fréquent chez la femme enceinte, plus de 70 % d'entre elles seraient touchées et plus particulièrement les futures mamans brunes à la peau mate.

Dans la plupart des cas, le masque de grossesse disparaît dans les 6 mois qui suivent l'accouchement.



Figure 38 : Comparaison avant/pendant le masque de grossesse

Il est donc important de prévenir le « masque de grossesse » en :

- Évitant de s'exposer au **soleil** pendant les heures les plus chaudes entre 11 h et 16 h lorsque le soleil est au zénith.
- Se protéger avec une **crème solaire** 50+, un chapeau à bord large et des lunettes.
- S'hydrater régulièrement : boire au moins 1,5 litres par jour.
- Évitant les produits **photosensibles** comme les parfums, crèmes alcoolisées...
- Utilisant une crème anti tâche pigmentaire le soir.

3.3 L'inégalité face au soleil

Des personnes sont plus à risques que d'autres, sous le soleil. En effet, nous ne sommes pas égaux face au soleil : certains types de peau le supportent mieux que d'autres.

Comme évoqué précédemment, il existe une classification qui définit les différents types de peau : on distingue 6 phototypes. Plus le phototype est faible et plus il faut le préserver du soleil. Une vigilance particulière est ainsi recommandée si la peau est claire avec les cheveux roux ou blonds, ainsi que des difficultés à bronzer.

Une personne est donc prédisposée à être fragile suivant le type de phototype qu'elle a, mais également si elle dispose de nombreux grains de beauté soit plus de 50, si les grains de beauté sont congénitaux donc présents dès la naissance ou atypiques, c'est-à-dire larges ou irréguliers, si elle présente des antécédents familiaux de mélanomes et si elle prend des médicaments qui sont photosensibles.

Cependant, il est toutefois recommandé de se protéger du soleil même avec un phototype élevé : personne n'est à 100 % à l'abri des cancers de la peau. Il est donc nécessaire d'être très prudent au soleil et de faire examiner la peau régulièrement par un médecin traitant ou un dermatologue.

4. Plaquette de sensibilisation face au soleil

Cette plaquette d'information a pour but de sensibiliser les patients mais également les enfants sur la bonne pratique à avoir face au soleil : conseils et recommandations pour savoir comment utiliser son produit solaire, et connaître son type de peau pour adapter l'indice de protection solaire le plus adapté.

Le rôle du pharmacien face à un patient en recherche de produits solaires, se doit de poser quelques questions afin d'orienter au mieux le choix du patient suivant son phototype :

la patiente bronze-t-elle facilement ou est-elle sujette aux coups de soleil ? si elle part en vacances, ou si elle pratique un sport ?

Cela permettra au pharmacien de mesurer l'intensité de l'ensoleillement, d'évaluer le risque de réverbération, et enfin de savoir s'il y a nécessité d'un PPS résistant à l'eau.

Cette plaquette pourra aussi orienter les patients sur le bon choix d'un PPS adapté à leur peau, suivant les conditions d'utilisation. (*cf annexe 1*)

Conclusion

Plus les années passent, et plus l'Homme est à la recherche d'une jolie peau dorée, qui booste le moral et donne à la vie ce zeste de légèreté et de bonne humeur. Augmentation du temps des vacances, destinations plus ensoleillées, développement des sports de plein air, esthétique du bronzage : autant de pratique favorisant une surexposition aux rayons ultraviolets.

Cependant, ce n'est pas sans danger. En effet, le soleil apparait comme de plus en plus dangereux, en étant le facteur du vieillissement cutané, et du développement de mélanomes et carcinomes.

La prévention de la population est donc un enjeu majeur, et doit être informée sur les méfaits du soleil et des produits de protections solaires.

Depuis sa création en 1998, la journée nationale de dépistage du cancer de la peau et une opération crée par le ministère de la Santé qui est soutenue également par l'Institut National du Cancer.

Le pharmacien doit sensibiliser les patients, et les informer aux mieux sur la composition des produits de protections solaires, qui peut s'avérer très néfaste sur le corps humain et sur l'environnement.

En effet, les filtres solaires chimiques représentent un danger aussi bien pour l'Homme que pour l'environnement. Ces filtres pénètrent directement la peau et l'organisme, allergisant pour certains, perturbateurs endocriniens pour d'autres. D'autre part, ils sont tout aussi toxiques pour l'homme que pour l'environnement aquatique avec plusieurs études accusant ces mêmes filtres chimiques d'être responsable du blanchissement du corail et de l'empoisonnement des animaux et crustacés marins.

Des substances que l'on applique sur la peau et que l'on retrouve dans nos assiettes ou encore dans le lait maternel des femmes.

La population prend conscience de l'impact que cela peut avoir au niveau de leur santé et au niveau de l'environnement, c'est pourquoi certains pays interdisent ces filtres chimiques.

À l'heure actuelle, seuls les filtres minéraux, sans nanoparticules sont considérées sécuritaires pour l'être humain et les milieux marins.

Bibliographie

(1) Bédane C, Roelandts R, « Rayonnement solaire ». Ann Dermatol Vénéréologie », mai 2007

(2) J-P CESARINI, « Ultraviolets naturels et artificiels, Un risque avéré », Grenoble, SFRP (Société française de radioprotection) et ORS (Observatoire régional de santé), 2008

<http://www.sfrp.asso.fr/IMG/pdf/23-CESARINI.pdf> (consultée le 17/11/21).

(3) Méliopoulos A, Levacher C, Robert L, Ballotti R. La peau : structure et physiologie. 2e édition. Paris : Éd. Tec & Doc Lavoisier ; 2012

(4) Afssaps, « Produits cosmétiques de protection solaire, Rapport de synthèse élaboré par le groupe de réflexion de l’Afssaps sur les produits de protection solaire », janvier 2006.

(5) J.Milgram et J-N. Thorel. « Un autre regard sur le soleil », InfoGuide Vie quotidienne

(6) Schmittbiel A. « Prescrire le soleil pour combattre les idées noires ». Le quotidien du Médecin, 1995, p13-15

(7) Walji H. « Que savoir de la mélatonine ? », Librairie de Médecis, 1996, p93-94

(8) « Light treatment for nonseasonal depression: speed, efficacy, and combined treatment”, Journal of affective Disorders, Volume 49, pages 116-118 (mai 1998). Department of psychiatry, University of California, San Diego, USA

- (9) Organisation Mondiale de la Santé « Les effets connus des UV sur la santé ». Article de l'Organisation Mondiale de la Santé dans le cadre du programme Intersun (2012)
- (10) TA VERA-MENDOZA L. White J, « La vitamine du soleil », Pour la Science, mars 2008, p74-80.
- (11) HOLICK MF, "Vitamin D deficiency" New Eng J Med, 2007, p266-281
- (12) AUBIN F., HUMBERT P, « Rayonnement ultraviolet et peau » Editions John Libbey Eurotext, 2001, Paris
- (13) Tegner E, Thelin I. "PUVA treatment of chronic eczematous dermatitis of the palms and soles". Acta Derm Venereol, 1985; p65
- (14) Metha D, Lim HW. "Ultraviolet B Photothérapie for Psoriasis: Review of Pratical Guidelines. Am J Clim Dermatol, 2016; p62
- (15) Rodrigues M, Ezzedine K, Harris JE. Current and emerging treatments for vitiligo. J Am Acad Dermatol, 2017 ; p77
- (16) Société française de Néonatalogie. Recommandation sur l'ictère du nouveau-né 2017.
- (17) M.J Eide, M. A Weinstock "Public Health Challenges in Sun Protection" Dermatology Clinics, Department of Dermatology, 2006 p119-124
- (18) M-C Martini, M. Seiller et al. Actifs et additifs en cosmétologie, 3^{ème} édition, Tec & Doc, Paris, 2006

- (19) Block. J.C ; Photoprotection, Enseignement de Dermo-Cosmétologie Faculté de Pharmacie - 6^{ème} année - 2002-2003
- (20) J.P Belon « Conseil à l'officine », Abrégés de pharmacie. Aide au suivi pharmaceutique et l'éducation thérapeutique du patient
- (21) Stoebner PE, Meunier L. Photo-vieillissement du visage. Ann Dermatol Venereology 2008
- (22) QUEVEDO W.C. FLEISCHMANN R.D. Developmental biology of mammalian melanocytes. J Invest. Dermatol., 1980, 75, p116-120
- (23) Jennifer R.S. Gordon, M.D., and Joaquin C. Brieva, M.D.N Engl J Med 2012; 366: e25 April 19, 2012: <https://www.asfoder.net/rides-les-uv-representent-la-principale-cause-des-rides-profondes-dr-van-landuyt-asfoder/>
- (24) Yaar M, Gilchrest BA. Aging versus photoaging postulated mechanisms and effectors. J invest Dermatol Sym Pro 1998
- (25) AUBIN F. Photoimmunologie. 110 Encycl. Med. Chir. (Elsevier, Paris). Dermatologie 2002 ; 98-780-A-10, 7p.
- (26) Lescloupe P. L'influence du rayonnement solaire sur l'organisme. Conseils en photoprotection, Th. Univ. Pharm, Bordeaux II, 1997
- (27) Jeanmougin M. Photodermatoses et photoprotection ; Roche, Paris, 1983, 211p
- (28) Nakamura M, Henderson M, Jacobsen G, et al. Comparison of photodermatoses in African Americans and Caucasians: a follow-up study 2014

(29) Bocquet J-L, Béani J-C, Leccia M-T, Amblard P, Bédane C, Meunier L, et al. Photodermatologie : Photobiologie cutanée, photoprotection et photothérapie. Rueil-Malmaison : Arnette, 2008. 449 p.

(30) Jeanmougin M, Peyron J-L, Thomas P, Beani J-C, Guez E, Bachot N. Lucite estivale bénigne : prévention par un topique associant des filtres anti-UVA et des antioxydants. Ann Dermatol Vénéréologie. 1 mai 2006 ;133(5) :425-8.

(31) Guillot B. 12-5 - Carcinomes basocellulaires. In : Saurat J-H, Lipsker D, Thomas L, Borradori L, Lachapelle J-M, éditeurs. Dermatologie et Infections Sexuellement Transmissibles (Sixième Édition) [Internet]. Paris : Content Repository Only ; 2017 [cité 19 juill 2018]. p. 654-60.

(32) Saurat J-H, « Carcinomes épidermoïdes cutanés », Lachapelle J-M, éditeurs. 2017 p. 661-70.

(33) Gaudy-Marqueste C, Monestier S, Grob J-J. Mélanome. In : Dermatologie - 98-595-A-10 [Internet]. 2014 [cité 18 juill 2018].

(34) Gautier M-S. Tumeurs cutanées avec lésions précancéreuses. In : AKOS (Traité de Médecine) - 2-0724

(35) ANSM « bonne nuit usage des produits de protection solaire », consulté le 2 novembre 2021

(36) P. Thomas « Produits de protection solaire » Cosmétologie et Dermatologie esthétique Elsevier Masson SAS, p 1-10, (2011)

(37) MARTINI M.C, SEILLER M. « Actifs et additifs en cosmétologie ». Lavoisier, 3^e édition. 2006

(38) Thomas P, Bonnevalle A. Indications des produits de protection solaire. In : Cosmétologie et Dermatologie esthétique - 50-200-B-10. 2011.

(39) Lebailly L, « Formulation d'une gamme de produits solaires à l'eau thermale », m émoire D.E.S.S, Cosmétologie, Nantes 2004.

(40) Sanchez-Quiles, « Sunscreens as a source of hydrogen peroxide production in coastal waters », 2014.

(41) Couteau C, Chauvet C, Papis E, Coiffard L. Influence of certain ingredients on the spf determined in vivo.

Arch Dermatol Res 2012

(42) Manciet J.R. Indice de protection solaire, Unité d'Allergologie et de Photodermatologie, Service du Pr Morel, Hôpital Saint-Louis, Paris.

(43) Agusti-Mejias A, Messeguer F, De le Cuadra J, Martorellaragones A. (2014) "Contact Allergy to Octocrylene : A Report of 2 Cases" Actas Dermo-Sifiliográficas Engl Ed.

(44) A. Rehfeld, S. Dissing, N. E. Skakkebæk Endocrinology, Volume 157, Issue 11 "Chemical UV Filters Mimic the Effect of Progesterone on Ca²⁺ Signaling in Human Sperm Cells", 1 November 2016

(45) Buck Louis GM, Kannan K, Sapra KJ, Maisog J, Sundaram R. Urinary concentrations of benzophenone-type ultraviolet radiation filters and couples fecundity. Am J Epidemiol 2014

(46) Schlumpf M, Cotton B, Conscience M, Haller V, Steinmann B, Lichtensteiger W. In vitro and in vivo estrogenicity of UV screens 2001.

(47) A.R Young, "Optimal sunscreen use, during a sun holiday with a very high ultraviolet index, allows vitamin D synthesis without sunburn", 2019

- (48) C.A Downs, "Benzophenone Accumulates over Time from the Degradation of Octocrylene in Commercial Sunscreen Products", 2021
- (49) Schlumpf M "Endocrine activity and developmental toxicity of cosmetic UV filters--an update", Decembre 2004
- (50) Couteau C., Pommier M., Papisaris E., Coiffard L.J.M. Study of the efficacy of 18 sun filters authorized in European Union tested in vitro. Pharmazie 62 (2007) 449-452
- (51) Annales de Dermatologie et de vénéréologie. Vol 137, issue 2, February 2010, Pages 95-99
- (52) Karl F "UV Filters in the Aquatic Environment Induce Hormonal Effects and Affect Fertility and Reproduction in Fish", 2008
- (53) Verena.C, "Effects of the UV-filter 2-ethyl-hexyl-4-trimethoxycinnamate (EHMC) on expression of genes involved in hormonal pathways in fathead minnows (*Pimephales promelas*) and link to vitellogenin induction and histology", 2011
- (54) Nancy.B,"Accumulation and effects of the UV-filter octocrylene in adult and embryonic zebrafish", 2014
- (55) Didier Stien, « Metabolomics reveal that octocrylene accumulates in *Pocillopora damicornis* tissues as fatty acid conjugates and triggers coral cells mitochondrial dysfunction », 2018
- (56) http://www2.cnrs.fr/sites/communique/fichier/cp_les_coraux_menace_769_s_par_un_composant_de_nos_cre_768_mes_solaires_141218.pdf
- (57) Roberto danovaro, "Sunscreens cause coral bleaching by promoting viral infections", 2008.
- (58) Tommy E. Remengesau, Jr. "The Republic of Palau Bans Sunscreen Chemicals to Protect its Coral Reefs and UNESCO World Heritage", 2018

(59) Bangkok Post, article "Govt bans coral-damaging sunscreens", 4 août 2021

(60) Recommandations de bon usage des produits de protections solaires – ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé <https://ansm.sante.fr/> » (consultée le 12/11/21)

(61) De Laporte S. Le produit solaire : un produit de santé : harmonisation et recommandations aux utilisateurs (Thèse d'exercice). Université Joseph Fourier. Faculté de pharmacie de Grenoble.

(62) Comité éditorial Giphar : « Photosensibilisation médicamenteuses », www.pharmaciegiphar.com, (consultée le 12/11/21).

(63) Société Française de Dermatologie « Les médicaments photosensibilisant », article de la Société Française de Dermatologie, Juin 2011.

(64) Soleil et peau - Creapharma : « vivre mieux plus longtemps » , <https://www.creapharma.ch/soleil-peau.htm> », (consulté 12/11/21)

(65) Civatte J, Bazex J, « La prévention des effets nocifs des rayons ultraviolets », 1997

(66) https://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/dgccrf/boccrf/2009/09_06/avis_lunettes_enfants.pdf (consultée le 15/11/21)

(67) <https://www.soleil.info/uploads/f7f65a5a-1bab-4c58-a39c-d1370ffe5487.pdf> (consultée le 15/11/21)

Liste des figures

- Figure 1 : Le spectre solaire
- Figure 2 : Pénétration des UVA et UVB dans la peau
- Figure 3 : Coupe de la peau
- Figure 4 : Rôle de la mélanine face au soleil
- Figure 5 : Mécanisme du bronzage
- Figure 6 : Mécanisme d'action des UVA sur le bronzage
- Figure 7 : Pénétration des UVA et UVB dans la peau
- Figure 8 : Aspect d'un coup de soleil sur la peau
- Figure 9 : Schéma des effets biologiques des radiations solaires sur la peau
- Figure 10 : Pénétration des rayons UV au niveau des yeux
- Figure 11 : Différences entre deux sœurs jumelles, peu ou surexposées aux UV
- Figure 12 : Phototoxicité systémique
- Figure 13 : Photoallergie systémique à type d'eczéma
- Figure 14 : Photoallergie de contact à un gel de kétoprofène
- Figure 15 : Lucite estivale bénigne. Éruption papuleuse du décolleté
- Figure 16 : Carcinome basocellulaire
- Figure 17 : Carcinome épidermoïde
- Figure 18 : Mélanome superficielle
- Figure 19 : Critères ABCD
- Figure 20 : Logo UVA sur l'étiquette d'un PPS
- Figure 21 : Mécanisme d'action filtre organique
- Figure 22 : Mécanisme d'action filtres minéraux
- Figure 23 : Synthèse de la Vitamine D sous l'action des rayons UV
- Figure 24 : Formule chimique de l'octocrylène
- Figure 25 : Formule chimique de la benzophénone
- Figure 26 : Représentation de *Pimephales promelas*
- Figure 27 : Représentation poison zèbre
- Figure 28 : Récif corallien sain

Figure 29 : *Pocillopora damicornis* sain/contaminée

Figure 30 : Résultat de l'étude : branche de corail témoin/exposée aux filtres UV

Figure 31 : Exemple de vêtements Anti-UV

Figure 32 : Symbole représentatif des médicaments photosensibilisants

Figure 33 : Liste des familles de médicaments photosensibilisants pris par voie générale

Figure 34 : Liste des familles de médicaments photosensibilisants pris par voie locale

Figure 35 : Règle de la cuillère à café pour une application correcte de la crème solaire.

Figure 36 : Conseils à prendre en compte pour une meilleure efficacité

Figure 37 : Exemple de lunette bébé marquage CE, catégorie 4

Figure 38 : Comparaison avant/pendant le masque de grossesse

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Valeurs de l'index UV se regroupant en cinq plages de niveau de risque
- Tableau 2 : Tableau des différents degrés de coup de soleil
- Tableau 3 : Photoallergie/Phototoxicité : différences
- Tableau 4 : Filtres organiques absorbant les UVB
- Tableau 5 : Filtres organiques absorbant également les UVA
- Tableau 6 : Avantages/Inconvénients des filtres solaires
- Tableau 7 : Les différentes classes de protection solaire
- Tableau 8 : Relation entre le FPS et la protection contre les UVB
- Tableau 9 : Étude de la présence de filtre solaire dans le lait maternel
- Tableau 10 : Filtres solaires présents dans l'organisme humain
- Tableau 11 : Filtres chimiques photostables/non photostables
- Tableau 12 : Filtres chimiques menaçant l'environnement
- Tableau 13 : Caractéristiques des différents phototypes
- Tableau 14 : Choisir un PPS selon les conditions d'expositions et le phototype
- Tableau 15 : Indication d'utilisation en fonction de la catégorie du marquage CE



Plaquette d'information patient et enfant

Savoir utiliser son produit solaire et connaître les recommandations

Conseils d'utilisation :

- Appliquez 20 min avant exposition, (après une baignade ou transpiration) uniformément, sur les surfaces du corps découvertes (6 cuillères à café)
- Renouvelez toutes les 2h
- Respecter date de péremption ou période après ouverture
- Jetez le produit si aspect ou odeur changeante

Recommandations générales :

- Cherchez l'ombre le plus possible (arbre, parasol..)
- Évitez l'exposition entre 12h et 16h
- Portez T-shirt, lunette marquage CE, chapeau...
- Utilisez un produit de protection solaire adapté

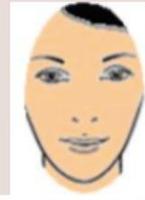
Spécial enfant :

- Exposition déconseillé enfant < à 2ans
- Assurez une bonne protection (T-shirt au tissage serré, lunette avec protection contre les UVA,+ UVB, + chapeau à bord large, et produit solaire indice 50)

1



Connaître mon type de peau au soleil



Sujet très sensible :

sujet "blanc-laiteux",
tâches de rousseurs++,
cheveux roux
Coups de soleil ++,
bronzage difficile

Sujet sensible:

sujet à peau claire,
tâche de rousseurs+,
cheveux blond/claire,
coups de soleil+,
teint halé

Sujet à peau intermédiaire :

peau claire,
bronzage facile,
coups de soleil rare
que lors d'expositions
intenses

Sujet à peau assez résistante :

peau mate,
bronzage facile,
pas de coups de soleil

Connaitre l'indice de protection solaire en fonction de ma peau



 SPF 30-50	 SPF 15-20-25	 SPF 6-10	 SPF 6-10
  SPF 50+	 SPF 30-50	 SPF 15-20-25	 SPF 6-10
   SPF 50+	 SPF 50+	 SPF 30-50	 SPF 15-20-25

Très haute protection SPF* 50+

Haute protection SPF 30-50

Moyenne protection SPF 15-20-25

Faible protection SPF 6-10



Vie au grand air



À la plage, activité extérieure longue



Sur un glacier ou sous les tropiques



*SPF : Sun Protection Factor (=mesure du niveau de protection)

SERMENT DE GALIEN

Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- ❖ D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- ❖ En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.