

COMMENT L'ACTION D'UN ANTIOXYDANT PEUT-ELLE CONTRIBUER À LA PROTECTION SOLAIRE ?

David Soissons

Objectif	Connaître les effets sur la peau d'une exposition au soleil et les moyens de s'en protéger.
Term ST2S	Thème 3 • Faire des choix autonomes et responsables Partie • L'usage responsable des produits cosmétiques
Notions et contenus	Protection solaire. Antioxydant.
Compétences mobilisées	S'approprier APP Analyser ANA Raisonnement RAI Réaliser REA Valider VAL Communiquer COM

PROTÉGER SA PEAU ET SA SANTÉ AVEC DES ANTIOXYDANTS

Les flavonoïdes et anthocyanes des baies colorées (framboises, myrtilles, mûres, etc.), thés verts, jus de raisin et autres vins favorisent par leur action antioxydante la réparation des dommages cellulaires induits par les UV. Ils réduisent aussi le risque de cancer.

En effet, très apprécié, surtout pendant les périodes estivales, le soleil émet des rayonnements dangereux pour la santé dont la plupart sont fort heureusement stoppés par l'atmosphère.

Il est donc nécessaire de connaître les mécanismes de dégradation de la peau exposée trop longtemps au soleil ainsi que les moyens de s'en protéger.



Des fruits rouges - © Thinkstock

Partie A : Des rayons du soleil néfastes pour la santé

Le soleil est largement apprécié par la plupart des personnes... surtout en été, période durant laquelle il est bon de s'y prélasser... Mais attention, certains rayons émis par le soleil peuvent être néfastes pour la santé, et ceci quelle que soit la saison !

Quels sont les rayons du soleil néfastes pour la santé dont il faut se protéger ?

Document 1 : Les ultraviolets, des rayonnements dangereux

Les rayons du soleil nous envoient une lumière avec un spectre de longueurs d'ondes très large allant de l'infrarouge aux ultraviolets. Ce sont ces derniers qui sont les plus dangereux pour la peau. Les UVC (100 à 280 nm) sont arrêtés dans la stratosphère par l'ozone qui joue un rôle de barrière. Les UVB (280 à 315 nm) sont arrêtés par la peau au niveau de l'épiderme. Ils peuvent causer des coups de soleil et favorisent l'apparition de cancers de la peau, mais ils contribuent à la synthèse de la vitamine D. Les UVA (315 à 400 nm), les plus « durs », pénètrent jusqu'au derme et vont accélérer le vieillissement cutané. Ils peuvent provoquer des stress oxydants aigus et entraîner mélanomes et cancers de la peau. 95 % des UV qui traversent la couche d'ozone sont des UVA, le reste des UVB.

D'après « La chimie peut vous sauver la peau », Médiachimie
www.mediachimie.org/actualite/la-chimie-peut-vous-sauver-la-peau



Document 2 : Spectre électromagnétique de la lumière du soleil



1 **APP** Citer les différents types d'ultraviolets émis par la lumière du soleil.

.....

.....

2 **RAI/REA** Sur le Document 2, placer le domaine de chaque type d'ultraviolet sur le spectre électromagnétique de la lumière émise par le soleil (sans souci d'échelle).

3 **APP** Préciser les ultraviolets dont on doit se protéger en justifiant.

.....

.....

.....

Document 3 : La peau, un organe complexe

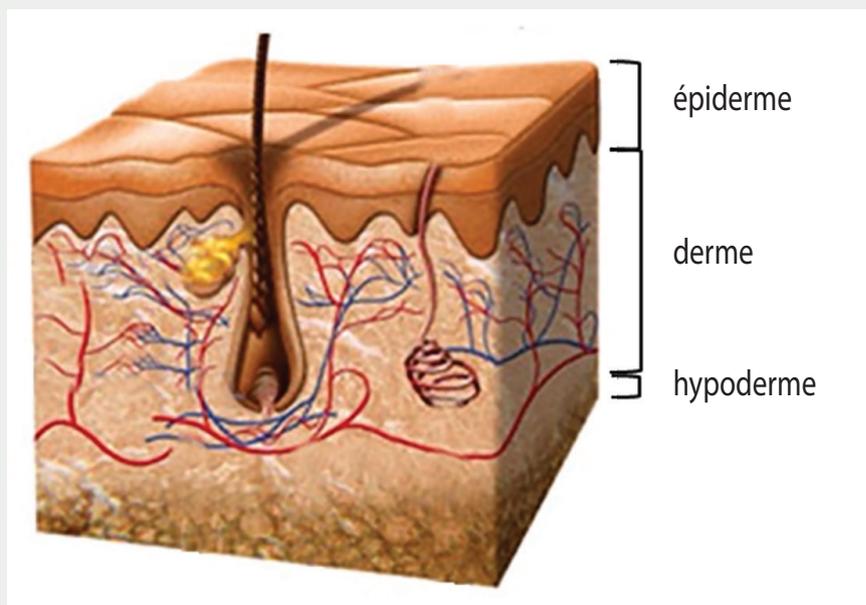


Figure 1

D'après « La chimie pour un coup de jeune! », Médiachimie

www.mediachimie.org/sites/default/files/FC4-12-vieillessement-cutane.pdf



4

APP/RAI Reproduire schématiquement la Figure 1 et représenter la pénétration des différents types d'UV.

A large empty rectangular box provided for the student to draw a schematic of the skin layers and represent the penetration of different types of UV radiation.

Document 4 : Le stress oxydant de la peau

Le stress oxydant est la situation dans laquelle la peau n'est plus capable de faire face à toutes les agressions liées aux espèces réactives.

Dans la peau, des molécules relais appelées chromophores absorbent les UV et utilisent leur énergie pour s'activer chimiquement et former des espèces réactives, les radicaux libres. Les radicaux libres possèdent un électron « célibataire » qui va très rapidement essayer de s'associer à un autre électron. Ces espèces sont nécessaires puisqu'elles participent à la protection du corps contre les bactéries ou les cellules cancéreuses, mais quand elles sont en surproduction, elles entraînent des dégâts divers dans les cellules.

Certaines espèces comme le squalène (Figure 2) qui est un lipide du sébum, couche protectrice de la peau, peut être rapidement peroxydé et donc détruit sous l'effet des UV. Ce processus entraîne non seulement la perte de la protection de surface, mais en plus les petites molécules qui sont produites lors de ces oxydations sont elles-mêmes très réactives.

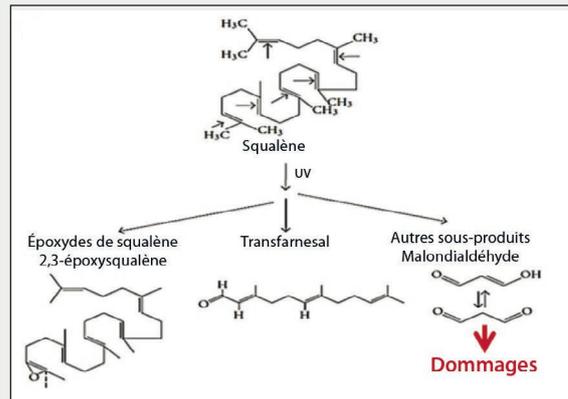


Figure 2 : oxydation du squalène

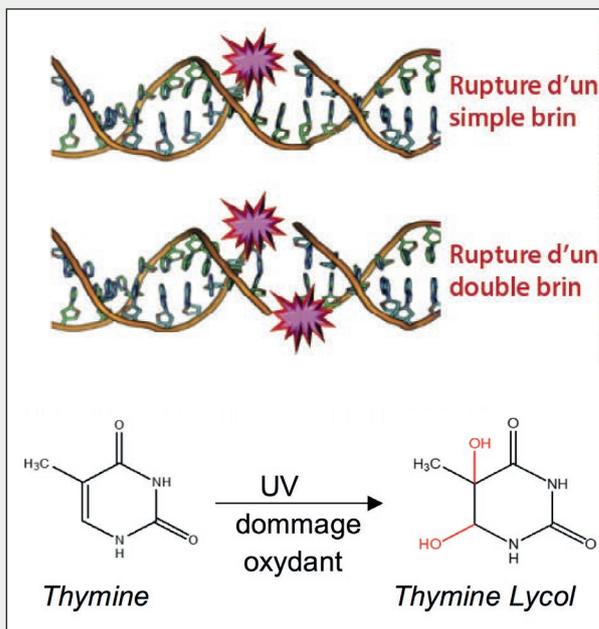


Figure 3 : oxydation de l'ADN

La molécule d'ADN (Figure 3) est aussi endommagée.

Même si la nature nous a doté de systèmes de réparation de l'ADN efficaces et fidèles, les cassures sont introduites de façon aléatoire et des risques de réparation ou de recombinaisons parfois aberrantes peuvent être favorables à l'évolution vers un cancer quand l'oxydation est fortement augmentée sur une peau régulièrement exposée au soleil.

D'après « La peau au quotidien, protection et embellissement », Médiachimie

www.mediachimie.org/sites/default/files/CJ-Vie-Quotidienne_6.pdf



5 APP Définir ce que l'on appelle stress oxydant.

.....

.....

6 ANA/RAI/VAL Justifier que les radicaux libres possèdent des propriétés oxydantes.

.....

.....

7 ANA/RAI Expliquer pourquoi on parle de réaction en chaîne dans le cas du stress oxydant.

.....

.....

8 ANA/RAI/VAL Citer les conséquences de l'exposition aux UV de la molécule de squalène.

.....

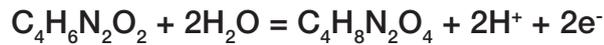
.....

9 APP/ANA/RAI Donner les formules brutes de la thymine et de la thymine lycole.

.....

.....

La demi-équation électronique associée à la réaction entre la thymine et les UV est symbolisée par :



10 REA/VAL Montrer que la thymine a bien subi une réaction d'oxydation.

.....

.....

.....

11 ANA/RAI/COM Expliquer, en analysant notamment les modifications des bases nucléiques de la molécule d'ADN (telle que la thymine), en quoi le stress oxydant peut aboutir à une modification des fonctionnalités de l'ADN.

.....

.....

.....

Partie B : La protection solaire

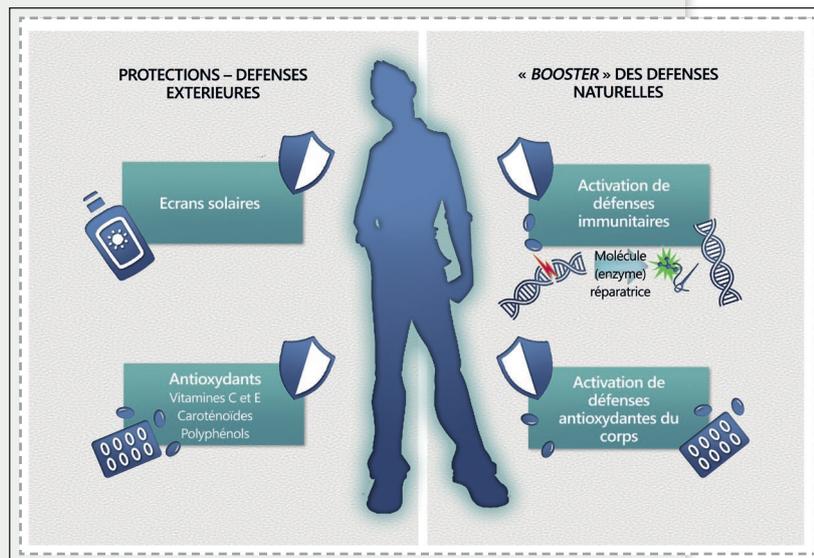
Plusieurs stratégies doivent être combinées pour se protéger efficacement des dangers lors d'une exposition au soleil.

Quelles sont ces moyens de protections ?

Document 5 : La protection solaire

Pour prévenir un vieillissement cutané prématuré, il faut protéger la peau des rayonnements UV et bien l'hydrater.

- L'hydratation intervient en effet non seulement dans la mécanique de la peau, mais également dans tous les phénomènes inflammatoires et d'hyperpigmentation. Il est primordial de rappeler que pour bien s'hydrater, il faut avant tout boire ! Plusieurs facteurs interviennent dans l'hydratation de la peau. Par exemple, elle est recouverte par une émulsion comportant des substances hydrophiles et des lipides assurant le ciment cellulaire. Certaines protéines permettent de transporter en partie de l'eau entre les membranes des cellules. Des composants très connus comme l'acide hyaluronique et le collagène, régulièrement cités dans les publicités de produits cosmétiques, permettent de stocker l'eau à l'intérieur de la peau.
- Les UV entraînent des dégâts cutanés. Il faut donc arrêter ces rayonnements grâce à des molécules appliquées sur la peau : les filtres solaires, qui vont soit absorber, soit disperser, soit réfléchir ces rayonnements.
- Pour réguler le stress oxydant de la peau, on utilise des antioxydants : ils agissent en piégeant les radicaux libres ainsi que les produits des réactions chimiques d'oxydation qui participent au vieillissement de la peau. Ils se trouvent dans la composition de différents cosmétiques mais peuvent aussi être apportés par l'alimentation et infusion. En effet de nombreuses sortes d'antioxydants sont issus de plantes : le gingembre, le thé vert, la mélisse et la pensée sauvage...



D'après « La peau au quotidien, protection et embellissement », Médiachimie et d'après « La chimie pour un coup de jeune! », Médiachimie

12 APP Évoquer les différentes façons de se protéger des effets néfastes du soleil.

.....

.....

.....

- 13** APP/RAI/COM Expliquer comment l'application de filtres solaires protège la peau des ultraviolets du soleil.
Vous effectuerez un schéma pour illustrer votre réponse.

- 14** APP/RAI Préciser le rôle des antioxydants dans la protection solaire et donner des exemples d'antioxydants.

Document 6 : Extrait de la formulation d'un crème solaire Algamaris®

Nom des composants	Provenances	Actions
Acide stéarique	Provenances diverses	Émulsifiant
Glyceryl caprylate	Végétale	Co-émulsifiant, soin hydratant pour la peau
Sulfate de magnésium	Minérale	Stabilisant
Benzoate de sodium	Provenances diverses	Conservateur
Vitamine E	Chimique	Antioxydant
Octocrylène	Chimique	Filtre UV
Hydroxyde de sodium	Provenances diverses	Régulateur de pH



D'après le site « Laboratoires de Biarritz »

www.laboratoires-biarritz.com/fr/creme-solaire-bio-algamaris/19-creme-solaire-visage-spf50-certifiee-bio.html



Document 7 : L'indice de protection d'une crème solaire

L'IP ou indice de protection, parfois noté SPF (Sun Protection Factor), va de 6 ou 10 pour une faible protection à 30 ou 50 pour une forte protection ou même 50+.

Pour l'indice 10, cela signifie que c'est 1/10 du rayonnement UVB qui est transmis soit 10 % des UVB qui atteignent la peau. Pour les UVA, on admet que la protection est le tiers de celle des UVB.

Le problème est que la plupart des vacanciers au soleil ne connaissent pas leur taux d'exposition aux UV et donc le moment où il faut se protéger ou renouveler la protection. C'est encore grâce à la chimie des encres polymères qui permettent de fabriquer des circuits électroniques imprimées que le problème est maintenant en partie résolu.

Après le patch « My UV » en 2016 qui, appliqué sur la peau, changeait de couleur en fonction de l'exposition et, après photo *via* une application sur smartphone, donnait le taux d'UV.

Sans cette technologie, il est recommandé de renouveler la crème toutes les 2 heures.

D'après « La chimie peut sauver la peau », Médiachimie

Document 8 : Molécule protectrice du soleil : la mélanine

Un mélanosome est un organite (c'est-à-dire une structure intracellulaire) synthétisant les mélanines, des pigments très répandus chez les organismes vivants. La mélanine est un pigment foncé qui donne sa couleur à notre peau, nos cheveux et nos yeux. Fabriquée par nos cellules, la mélanine protège l'ADN de notre épiderme des rayons ultraviolets.

D'après « Diversité des du monde », Médiachimie

www.mediachimie.org/sites/default/



	peau claire	peau foncée	
Petits mélanosomes, faiblement pigmentés, regroupés en paquets dans la couche basale et les premières suparabasales de l'épiderme.		Grands mélanosomes, fortement pigmentés, non-agrégés, dans toutes les couches de l'épiderme y compris la couche cornée.	

15 APP Interpréter la composition de la crème solaire Algamaris®.

.....

.....

.....

.....

.....

16 APP/RAI Préciser un avantage autre que la protection solaire à l'utilisation de cette crème solaire.

.....

.....

17 APP Préciser ce que représente l'indice de protection d'une crème solaire.

.....
.....

18 APP/RAI/REA Indiquer pour la crème solaire Algamaris® les pourcentages de transmission des UVA et UVB.

.....
.....

19 APP/ANA/RAI Justifier, en analysant le Document 8, pourquoi une personne de peau foncée peut se contenter d'un indice de protection plus faible que celle de peau claire.

.....
.....
.....
.....

20 RAI Indiquer quels sont les autres facteurs qui justifient le choix de l'indice de protection d'une crème solaire.

.....
.....

Q.C.M.

1 : A ; 2 : A et C ; 3 : B ; 4 : A ; 5 : A ; 6 : C ; 7 : B.

Partie A : Des rayons du soleil néfastes pour la santé

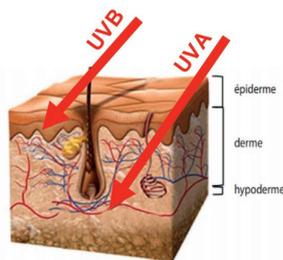
1. Les différents types d'ultraviolets sont les UVA (315 à 400 nm), les UVB (280 à 315 nm) et les UVC (100 à 280 nm).

2.



3. Les UVC sont stoppés par l'atmosphère. Les UVB qui sont arrêtés par la peau au niveau de l'épiderme causent des coups de soleil et favorisent l'apparition de cancers de la peau et les UVA, plus pénétrants, accélèrent le vieillissement cutané et entraînent mélanomes et cancers de la peau. Il est donc nécessaire de se protéger des UVA et UVB.

4.



5. Le stress oxydant a lieu lorsque la quantité de réactifs très oxydants (les radicaux libres) sont en trop grande quantité et que le corps ne peut plus faire face à toutes leurs agressions.

6. Ils sont composés d'un électron « célibataire » qui va s'associer à un autre électron d'une autre espèce : c'est la définition d'un oxydant. En effet, un oxydant est une espèce capable de capter un électron.

7. Il est dit que la réaction d'oxydant, comme dans le cas de la dégradation du squalène, forme des sous-produits eux-mêmes très réactifs. Les produits vont alors eux-mêmes réagir et former à leur tour des sous-produits également très réactifs, etc... Un effet boule de neige ! d'où le nom de réaction en chaîne (ça s'enchaîne!).

8. Les UV détruisent les molécules de squalène en d'autres produits. Ainsi la peau perd sa protection de la part de cette molécule mais aussi entraîne des dommages dus à la formation de produits secondaires très réactifs.

9. Formule brute de la thymine : $C_4H_6N_2O_2$
 Formule brute de la thymine lycol : $C_4H_8N_2O_4$

10. On donne la demi-équation électronique :



On vérifie que la demi-équation a bien lieu dans ce sens car la formule brute de la thymine est bien $C_4H_6N_2O_2$. On en déduit que la thymine est le réducteur (cède des électrons) donc elle a bien subi une réaction d'oxydation.

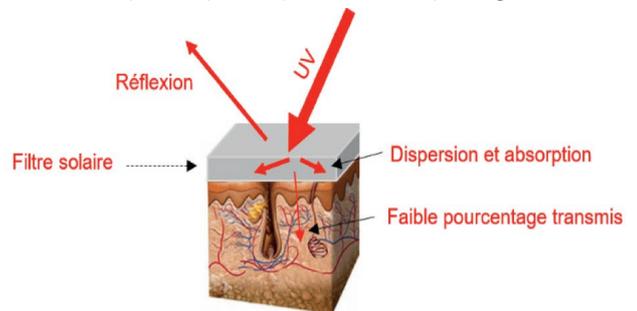
11. Dans la figure 3, on observe que la thymine s'est transformée en thymine lycol. La liaison double C=C s'est transformée en liaison simple C-C et deux groupes hydroxyles sont ajoutés sur les carbones. Les groupes fonctionnels ne sont plus les mêmes, donc les propriétés chimiques changent car elles en dépendent. D'où la modification de fonctionnalités de l'ADN.

On observe aussi la rupture de brin qui forcément va modifier les fonctionnalités.

Partie B : La protection solaire

12. On évoque : l'hydratation de la peau, l'application de filtre solaire, l'utilisation d'antioxydants et l'activation des défenses immunitaires (voir schéma).

13. Les filtres solaires contiennent des molécules qui vont être capables d'absorber, de disperser et/ou de réfléchir les rayonnements UV. Ces derniers atteindront peu la peau qui sera alors protégée.



14. Le stress oxydant est dû à une production trop importante d'oxydants dans le corps. Les antioxydants sont donc là, comme leur nom l'indique, pour éviter l'accumulation de ces derniers en les piégeant. Ils sont présents dans l'alimentation et la nature (fruits rouges, thé, pensée sauvage...) mais aussi ajoutés dans les cosmétiques (vitamine E, polyphénols).

15. La crème solaire contient de nombreux composants pour des fonctions bien particulières décrites précédemment. On relève la présence :

- d'octocrylène qui joue le rôle de filtre UV (voir question 13).
- de l'acide stéarique et de glyceryl caprylate, émulsifiant et co-émulsifiant qui ont pour rôle d'hydrater la peau.
- On trouve les antioxydants comme vitamine E.
- Il existe également des molécules avec d'autres fonctions : l'hydroxyde de sodium pour réguler le pH, le sulfate de magnésium comme stabilisant et le benzoate de sodium comme conservateur.

16. C'est une crème solaire bio qui respecte la peau et les océans !

17. L'indice de protection d'une crème solaire est un nombre de 6 à 50 représentant la capacité de la crème à filtrer les UV. Plus le nombre est grand, moins les rayons sont transmis à la peau.

18. Cette crème a un indice de protection de 50. D'après le document, on peut déduire que $1/50^e$ soit seulement 2 % des UVB sont transmis. De plus, la protection des UVA est de l'ordre de $1/3$ de celle des UVB donc 3 fois plus d'UVA sont transmis soit 6 %.

19. Notre peau contient des mélanosomes qui synthétisent les mélanines protégeant la peau des rayons UV. Or la figure montre qu'une peau foncée contient un grand nombre de mélanosomes très pigmentés dans toutes les couches de l'épiderme alors qu'une peau claire en contient une petite quantité et peu pigmentés. Une peau foncée sera mieux protégée qu'une peau claire.

20. On peut penser à la saison, la météo, l'heure d'exposition, la durée d'exposition.