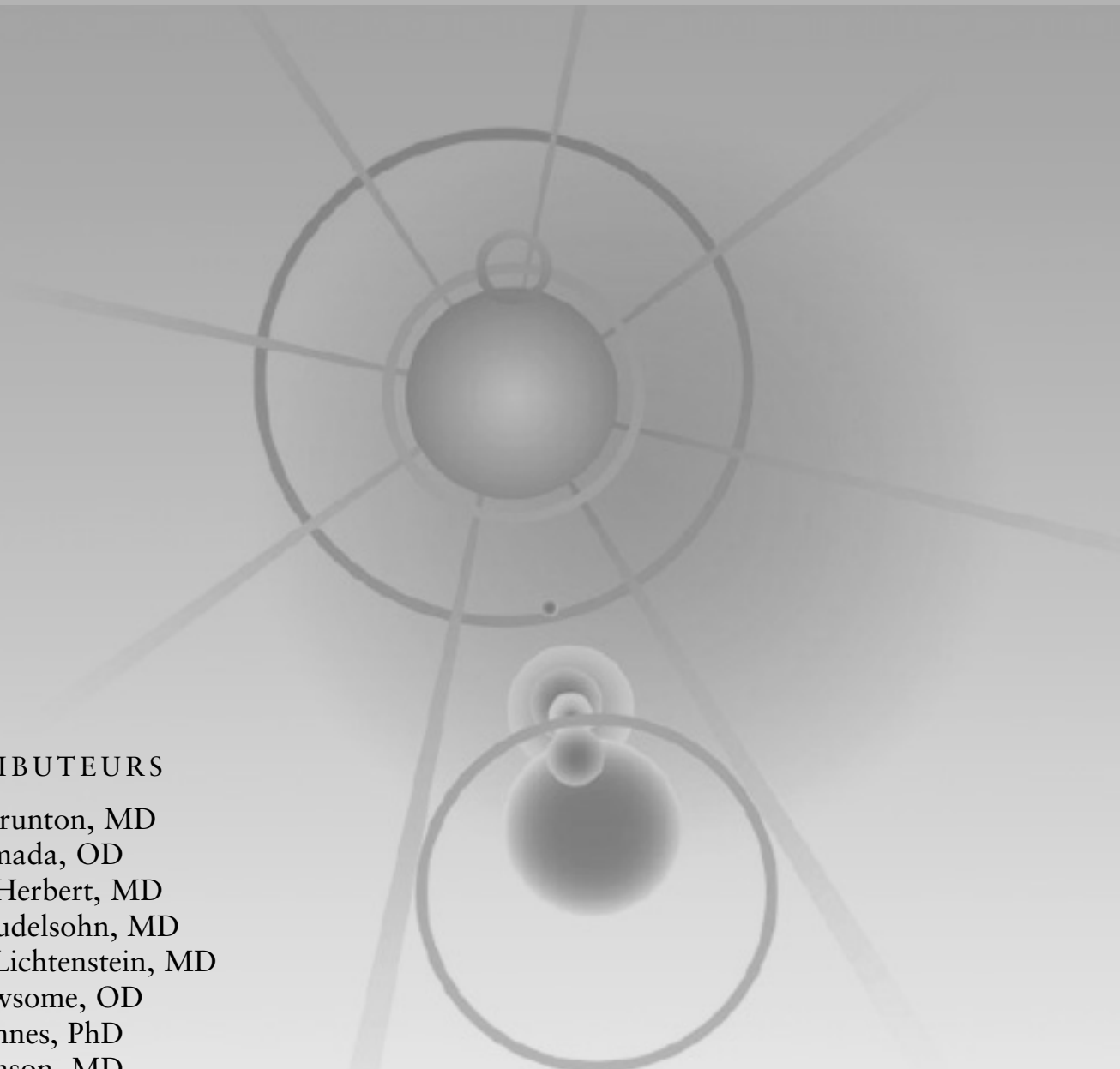


Une approche multidisciplinaire qui remet en question la façon dont nous envisageons les rayons ultraviolets et l'éblouissement

CONSENSUS SCIENTIFIQUE DE LA TABLE RONDE ORGANISÉE
AU SUJET DES RAYONS UV ET DE L'ÉBLOUISSEMENT

CONTRIBUTEURS

Stephen Brunton, MD
Kenji Hamada, OD
Adelaide Herbert, MD
Richard Judelsohn, MD
Steven J. Lichtenstein, MD
Paula Newsome, OD
Knut Stamnes, PhD
Susan Stenson, MD



INTRODUCTION

Le rayonnement ultraviolet présente de graves risques pour la santé publique. Il est accusé de nombreux cas de cancers cutanés et de maladies oculaires pouvant même amener à la cécité. Bien que ces dangers soient connus et identifiés et que des mesures préventives simples et peu coûteuses soient dorénavant disponibles et facilement accessibles, il devient de plus en plus évident que, partout dans le monde, les gens tendent généralement à ne pas tenir compte de leurs risques et négligent de se protéger suffisamment.

Dans un effort de fournir des réponses aux questions relevant des répercussions des rayons ultraviolets sur la santé humaine, ainsi que de l'indifférence générale de la population face aux dangers que représente ce type de rayonnement, Transitions Optical, Inc., a convoqué, le 23 août 2003, une table ronde au sujet des rayons ultraviolets et de l'éblouissement. La rencontre s'est tenue à Keswick Hall à Charlottesville, dans l'État de Virginie. Cette table ronde a réuni des spécialistes du domaine, incluant un physicien, deux ophtalmologues, deux optométristes, un dermatologue, un médecin de famille et un pédiatre.

Chaque participant a présenté une communication d'une demi-heure sur les rayons ultraviolets et leur rapport avec sa discipline respective, tout en partageant avec ses collègues sa propre expérience professionnelle en la matière. Les conclusions de cette table représentent une synthèse qui reprend les idées et réflexions des spécialistes. L'objectif était de se servir de ces conclusions afin de se doter d'une base à la recommandation des programmes de protection contre les rayons ultraviolets pouvant être mis en place aux États-Unis.

Points clés

À en croire les participants, les communications présentées dans le cadre de cette table ronde étaient à la fois révélatrices et utiles, riches en renseignements à valeur éducative au sujet des dangers inhérents aux rayons ultraviolets et des moyens de protection complets et agréables.

Les participants se sont entendus sur les principaux points énumérés ci-contre :

1. *La gravité du problème*

Les participants estiment à l'unanimité que les rayons ultraviolets engendrent des risques importants. Il est donc indispensable d'avoir recours à des formes multiples et diversifiées de protection contre le rayonnement ultraviolet afin de protéger la santé des patients, tout en veillant à la santé publique dans son ensemble. Ce problème appelle la mobilisation continue des participants, des professionnels de la santé, ainsi que de l'ensemble de la société.

2. *La nécessité d'une politique publique*

Il semble que le grand public ne se rend pas compte ni de l'envergure du problème ni de la vraie menace que représente l'exposition aux rayons ultraviolets. Jusqu'à date, les tentatives visant à en éduquer la population se

sont avérées insuffisantes. Aussi est-il indispensable de lancer de nouveaux programmes s'inscrivant dans le cadre d'une politique publique afin de sensibiliser les enfants, les familles et le corps enseignant aux effets nocifs du rayonnement ultraviolet, tout en mettant l'accent sur des mesures de protection appropriées.

3. *L'éducation interdisciplinaire*

Tous les participants semblent s'entendre sur le fait que les spécialistes des soins de la santé, toute filière confondue, pourraient largement profiter de cette discussion interdisciplinaire. Lors de cette rencontre, ce fut une véritable révélation de constater que les professionnels de la santé ont beau être conscients des risques éventuels que représentent pour leur propre spécialisation les rayons ultraviolets et leurs retombées sur la santé humaine, ils ignorent complètement les problèmes qu'ils posent dans le cadre d'autres branches de la médecine. C'est dire que les spécialistes de la santé oculaire ne disposaient pas de connaissances approfondies sur les risques cutanés inhérents au rayonnement ultraviolet et, inversement, les dermatologues sont peu conscients des risques oculaires résultant de l'exposition à la radiation solaire. C'est la raison pour laquelle les participants ont mis l'accent sur le besoin de diriger, de façon complémentaire, les patients vers d'autres spécialistes en établissant ainsi un renvoi de consultation pluridirectionnel entre dermatologues, ophtalmologues et optométristes.

4. *Le besoin de recommander de la protection appropriée*

- La protection cutanée contre les rayons ultraviolets consiste principalement à porter des vêtements qui protègent la peau, d'un chapeau dont le bord est de 3 pouces au moins, ainsi qu'à utiliser périodiquement des écrans solaires. Par mesures de précaution, tout nouveau grain de beauté doit être aussitôt vérifié par un médecin spécialiste.
- La protection oculaire contre les rayons ultraviolets consiste à toujours porter des verres et des filtres protecteurs une fois à l'extérieur. Il est préférable d'utiliser de plus grands verres, étant donné qu'ils s'ajustent mieux aux yeux et sont à plus grande proximité d'eux, offrant de la sorte une meilleure protection. Les verres photochromiques peuvent s'avérer efficaces et pratiques. Il faut également prévoir des visites régulières chez l'ophtalmologue ou l'optométriste pour un examen de santé de nature préventive.
- L'exposition excessive au soleil dans la tranche horaire de 10 h à 14 h doit être à tout prix évitée. C'est entre ces heures que le rayonnement ultraviolet atteint ses niveaux les plus élevés. D'ailleurs, il faut redoubler de vigilance dans le cas de la lumière reflétée sur des surfaces telles la neige, l'eau, le sable et le pavé.

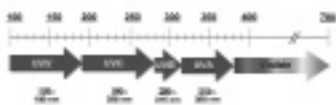
LATITUDE ET ALTITUDE, ATTITUDE ET SENSIBILISATION : QUATRE FACTEURS IMPORTANTS LIÉS À L'EXPOSITION AU SOLEIL

Qu'est-ce que le rayonnement ultraviolet ?

Les rayons ultraviolets sont une partie invisible du spectre de la lumière. Leurs longueurs d'onde oscillent entre 100 et 380 nanomètres (nm). Contrairement au rayonnement ultraviolet, la lumière visible fait partie du spectre dont l'éventail des longueurs d'onde se

Fig. 1. Le spectre de la radiation ultraviolette et de la lumière visible

Rayons UVA – 315-380 nm Rayons UVC – 190-280 nm
 Rayons UVB – 280-315 nm Rayons UVV – 100-190 nm



situe entre 380 et 780 nm (Figure 1). Les rayons ultraviolets à longueurs d'onde égales ou supérieures à 280 nm menacent le plus la santé humaine, étant donné qu'ils sont associés à la plupart des effets nocifs du soleil, notamment les cancers cutanés et les troubles de vision (Tableau 1). Le rayonnement ultraviolet de longueurs d'onde moyennes (rayonnement ultraviolet B) est partiellement absorbé par la couche d'ozone. Ce n'est pourtant pas le cas du rayonnement ultraviolet de grandes longueurs d'onde (rayons ultraviolets A). Il faudrait ici noter que la couche d'ozone, qui filtre une bonne partie des rayons

Tableau 1. Le spectre optique

Rayons ultraviolets A (rayons UVA) — bande de radiation ultraviolette (longueur d'onde : 315-380 nm) qui produit le bronzage de la peau.

Rayons ultraviolets B (rayons UVB) — bande de radiation ultraviolette (longueur d'onde : 280-315 nm) qui provoque les coups de soleil, les vésications et le cancer cutané.

Rayons ultraviolets C (rayons UVC) — bande de radiation solaire (longueur d'onde : 190-280 nm) qui ne pénètre pas la surface de la Terre.

Rayons ultraviolets V (rayons UVV) — bande de radiation ultraviolette (longueur d'onde : 100-190 nm) qui existe dans le vide.

Lumière visible — radiation électromagnétique dont la longueur d'onde se situe entre 380 nm (violet) et 780 nm (rouge) et peu être perçue par l'œil humain nu.

ultraviolets, diminue à concurrence de 12 % tous les dix ans. Ce chiffre représente la moyenne de la diminution observée à l'échelle mondiale. On estime qu'une réduction de la couche d'ozone de 19 % correspond un accroissement des cas de cancers cutanés d'environ 4 %, ainsi qu'à une augmentation des cas de cataractes de 0,6.

Géographie

Le degré d'exposition à la radiation solaire varie en fonction du moment de la journée, de l'état du ciel, des saisons et de la latitude (Figures 2 et 3). Ainsi en témoignent les variations sur l'indice des rayons ultraviolets. Pour mieux saisir les effets de la latitude

sur la radiation solaire, il suffit d'étudier l'exemple de l'Australie où les niveaux de rayonnement ultraviolet ambiant sont très élevés^{1,2}. Pendant les mois d'été, l'Australie se trouve beaucoup plus près du soleil que l'hémisphère du Nord. Ceci, en association avec des conditions atmosphériques plus claires et une plus grande déplétion de l'épaisseur de l'ozone du côté de l'Antarctique (Figure 4), produit un rayonnement ultraviolet ambiant plus intense, susceptible d'être de 12 à 15 % supérieur dans l'hémisphère Sud que dans l'hémisphère Nord.^{3,4}

Il existe d'ailleurs une corrélation directe entre l'altitude et l'intensité des rayons ultraviolets. Compte tenu du degré de réflexivité de la surface locale, chaque fois que l'altitude augmente de 1 000 pieds, l'intensité du rayonnement ultraviolet s'accroît de 5 %. L'indice des rayons ultraviolets est plus important en absence de couverture nuageuse. Cependant, environ 80 % des rayons ultraviolets arrivent à transpercer les nuages et à nuire grièvement à la santé humaine. Les parties du corps les plus atteintes sont la peau et les yeux.^{5,6}

Attitude et sensibilisation

En raison des niveaux plus élevés d'exposition aux rayons ultraviolets, l'Australie enregistre la plus grande incidence de cancers cutanés, y compris le mélanome, à l'échelle mondiale.^{7,8} Ce problème a incité l'élaboration d'une politique nationale et d'un programme de protection contre le soleil visant tous les Australiens, mais plus particulièrement les jeunes.

Fig. 2. Radiation ultraviolette durant l'hiver



Fig. 3. Radiation ultraviolette durant l'été



L'INDICE UV (IUV)

L'indice UV (IUV) constitue un moyen de mesure universel représentant l'intensité du rayonnement solaire ultraviolet sur la surface de la Terre, quel que soit le jour. L'indice se mesure sur une échelle allant de zéro à des valeurs positives. Plus l'indice est élevé plus le danger potentiel qu'encourt la peau humaine au contact avec les rayons ultraviolets augmente et plus se réduit le laps de temps qui sépare l'exposition au rayonnement de l'endommagement du tissu cutané. Le comportement humain vis-à-vis de l'exposition au soleil constitue le facteur le plus important du danger qu'encourt un individu par les rayons ultraviolets. En d'autres mots, l'indice UV est un instrument précieux d'éducation et de sensibilisation du public qui pourrait l'encourager à éviter le soleil et à diminuer son exposition aux rayons nocifs ultraviolets. L'IUV pourrait être inclus dans les programmes d'éducation spécialement conçus pour traiter de la question de la protection contre les rayons ultraviolets. Il pourrait en outre servir de guide afin de changer les attitudes et les comportements à l'exposition au rayonnement ultraviolet. Les dangers liés à ce type de rayonnement devraient rappeler au public que l'exposition quotidienne doit être surveillée et que des mesures appropriées visant à protéger les yeux et la peau doivent être mises en œuvre. Si on suit le bulletin météorologique pour savoir s'il faut porter l'imperméable ou s'il faut s'habiller légèrement, il faudrait de la sorte consulter quotidiennement l'IUV pour déterminer le degré de protection appropriée contre le rayonnement ultraviolet indispensable pour tel et tel jour. Pour ce faire, il faut, d'une part, s'assurer de la collaboration des médias afin de transmettre des renseignements sur l'IUV ; d'autre part, sensibiliser et éduquer davantage le public au sujet de l'indice UV et de son utilité, tout en faisant preuve de vouloir se servir de l'information que ceci nous fournit. (Organisation mondiale de la Santé. L'indice universel de rayonnement UV solaire. Guide pratique. Recommandation conjointe des organismes suivants : Organisation mondiale de la Santé, Organisation Météorologique Mondiale, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Commission internationale pour la protection contre les Rayonnements non ionisants. Pour apprendre à mieux utiliser l'indice UV et à mieux comprendre ses retombées, la US Environmental Protection Agency (EPA) a mis au point un site Web qui fournit, par code postal, l'IUV de chaque région, tout en suggérant l'ensemble des mesures préventives appropriées à l'index en question).³²

Tableau 2. Réflexivité de diverses surfaces

Surface	Réflexion de rayons ultraviolets (%)
Le gazon	3
L'eau	5
L'asphalte	8
Le béton	12
Le sable blanc	20
La neige ancienne	50
La nouvelle neige	>90

Tableau 3. Fréquence d'utilisation des écrans solaires par les lycéens et les lycéennes aux États-Unis.

	n ^o	Jamais %	Rarement %	Parfois %	Toujours ou la plupart du temps %
Total	15,349	35.9	29.3	21.4	13.3
Âge (ans)					
<=14	1,308	30.5	26.1	25.9	17.5
15	3,378	35.2	29.1	22.1	13.7
16	3,988	35.3	29.8	21.2	13.7
17	4,013	36.6	30.4	21.1	11.9
>=18	2,631	41.0	29.0	18.3	11.6
Sexe					
Femme	7,828	29.8	28.4	23.8	18.1
Homme	7,445	42.0	30.3	19.1	8.6
Race et appartenance ethnique					
Blancs	5,407	25.0	32.5	26.0	16.5
Noir	4,283	74.1	13.7	7.4	4.8
Hispaniques ou Latino-Américains	4,106	43.2	28.4	17.6	10.8
Année d'études (classe)					
9	3,786	37.0	27.5	21.0	14.6
10	3,787	34.2	29.5	22.8	13.6
11	3,885	35.8	30.1	21.7	12.5
12	3,823	36.6	30.7	20.3	12.4

Une étude qui vient de voir le jour met l'accent sur le comportement de la population australienne qui continue à faire fi des dangers du soleil et ne prend pas de mesures appropriées afin de protéger les yeux. Cette étude, menée en Australie en 2003, révèle que 91 % des interviewés connaissent les dangers que représentent les rayons ultraviolets pour la peau. Cependant, seulement 12 % d'entre eux ont une connaissance des effets nocifs du soleil sur les yeux.¹² Une pareille étude, menée aux États-Unis, a montré que 79 % des personnes interrogées savaient que l'exposition aux rayons ultraviolets est susceptible de provoquer le cancer de la peau, alors que 6 % seulement étaient au courant des dangers que représente cette exposition pour l'œil humain.³⁷

L'attitude de la population vis-à-vis d'une protection anti-solaire efficace et sa volonté de participer à des programmes conçus à cet effet constituent un moyen de tester le degré de sensibilisation de la population face aux dangers associés au rayonnement ultraviolet et aux procédures nécessaires pour y remédier. Il existe des preuves accablantes montrant le manque

flagrant de sensibilisation et la méconnaissance des dangers inhérents aux rayons ultraviolets, surtout quant à la santé oculaire et au bien-être.

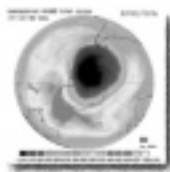
Par exemple, en 1998, l'American Cancer Society (ACS) a mené la première étude à l'échelle nationale au sujet de l'exposition au soleil et des moyens de protection des personnes âgées de 11 à 18 ans¹³. Les résultats du sondage révèlent des comportements dangereux d'exposition au soleil, malgré l'utilisation des écrans solaires. Environ 72 % des jeunes interrogés ont admis avoir souffert de coups de soleil durant les mois d'été même s'ils ont utilisé des écrans solaires.

Une autre étude, menée auprès de 15 000 lycéens et lycéennes aux États-Unis¹⁴, a montré qu'à peine 13,3 % des étudiants utilisent régulièrement (toujours ou la plupart du temps) des écrans solaires (Tableau 3). Une troisième étude¹⁵, elle aussi menée à partir d'un échantillon de 10 000 jeunes adolescent(e)s aux États-Unis, révèle que seulement 40 % des filles et 26 % des garçons utilisent des écrans solaires. Ce qui est pourtant de loin plus effrayant, c'est qu'un tiers des filles et un quart des garçons estiment qu'il est tout à fait acceptable de souffrir des coups de soleil afin de bronzer et de se faire un bon teint.

Bien que ces études n'aient pas porté sur la protection de la santé oculaire, on pourrait en déduire que, vu l'attitude de ces jeunes vis-à-vis des dangers que représente le soleil et les rayons ultraviolets en général, ceux-ci ne protègent pas suffisamment leurs yeux. Les résultats de ces études acquièrent une toute autre valeur si nous considérons que 80 % de l'exposition au soleil durant le vivant d'une personne survient jusqu'à l'âge de 18 ans.¹⁶

Fig. 4. Radiation ultraviolette et déplétion de la couche d'ozone

- 12 % de réduction de la couche d'ozone tous les dix ans
- Toute diminution de 1 % se traduit par :
 - une augmentation des cancers cutanés de 4 %
 - une augmentation jusqu'à 0,8 % des cataractes



LES DANGERS DE L'EXPOSITION À LA LUMIÈRE SOLAIRE

L'absorption par l'œil

La lumière visible pénètre la cornée et le cristallin de l'œil pour être ensuite saisie par la rétine (Figure 5). Une partie de la radiation ultraviolette B est absorbée par la cornée. Chez des adultes, le reste de la radiation ultraviolette A et B est absorbée par le cristallin de l'œil. Une quantité infime ou presque inexistante de rayons ultraviolets A atteint la rétine. Cependant, chez les jeunes, le cristallin transmet à la rétine une petite quantité de radiation ultraviolette A.¹⁷

L'endommagement de l'œil humain par les rayons ultraviolets

Il faut toujours se rappeler qu'autant la radiation ultraviolette A que la radiation ultraviolette B sont susceptibles d'endommager la structure oculaire et que leurs effets sont cumulatifs tout au long de la durée de vie d'un être humain.

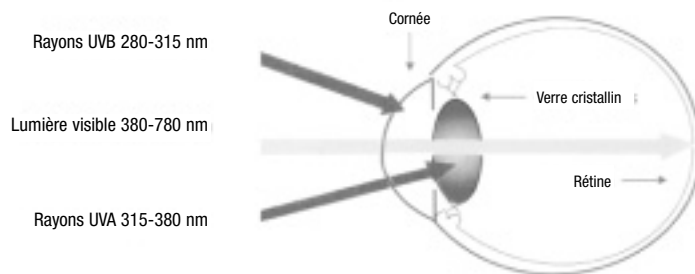
Les paupières

Les rayons ultraviolets A, au même titre que les rayons ultraviolets B, peuvent causer la brûlure des paupières. Notons ici qu'une exposition excessive au rayonnement ultraviolet B est susceptible de contribuer au développement du cancer cutané des paupières. Le cancer cutané des paupières représente 10 % de tous les cancers cutanés. La forme de cancer cutané des paupières la plus fréquemment constatée est celle du carcinome basocellulaire dont le taux d'incidence atteint 80 %. Le carcinome squameux et le mélanome sont d'autres formes de cancer des annexes de l'œil.

La conjonctive

Les dommages causés par la radiation ultraviolette B peuvent conduire à des néoformations comme le ptérygion et la pinguecula de la membrane conjonctive. La première néoformation, à savoir le ptérygion, fait son apparition à de basses latitudes, tel le sud des États-Unis et les Tropiques, et constitue une affection fréquente chez les personnes à peau foncée. Cela souligne davantage le besoin d'une protection universelle contre les rayons ultraviolets, indépendamment de la race ou de l'origine ethnique.

Fig. 5. Absorption de la radiation ultraviolette et de la lumière visible par différentes parties de l'œil humain



La cornée

L'exposition excessive à la radiation ultraviolette B peut aboutir à la formation de la photokératite de la cornée, ou plus simplement d'une brûlure de la cornée en raison de l'exposition excessive aux rayons ultraviolets. En raison de sa haute capacité de régénération tissulaire, la cornée arrive à réparer très rapidement cette lésion douloureuse. La plupart des changements dégénératifs de la cornée causés par une exposition cumulée et chronique aux rayons ultraviolets – c'est le cas des personnes qui doivent travailler à l'extérieur – se manifestent sous forme de kératopathie bulleuse climatique ou de dégénérescence sphéroïdale.

Le cristallin et la rétine

L'exposition chronique aux rayons ultraviolets accroît le risque de développer des cataractes séniles. Cependant, parmi les maladies chroniques les plus insidieuses, on compte la dégénérescence maculaire sénile (autrement appelée dégénérescence maculaire liée à l'âge ou DMLA). Il faut rappeler que 75 % des rayons ultraviolets transpercent le verre cristallin des enfants âgés de moins de 10 ans, âge durant lequel l'exposition au soleil pourrait être importante. Cela signifie que, même si la radiation ultraviolette A pénètre la rétine à des niveaux très bas, elle est susceptible de nuire, à la longue, à la santé oculaire.^{18, 19}

L'existence de ces effets nocifs à long terme vient d'être confirmée par des études rétrospectives menées au sujet de l'exposition au soleil. Ces études ont mis en évidence la corrélation entre la durée d'exposition au soleil et certaines maladies oculaires. Ainsi, en fonction du temps qu'un adulte consacre à l'extérieur, le risque de développer la cataracte ou la dégénérescence maculaire sénile augmente légèrement 20-23. Cependant, lorsque on examine les habitudes de ces mêmes personnes durant leur adolescence (entre 13 et 18 ans) et le début de leur vie adulte (entre 30 et 39 ans), on constate qu'il existe une plus grande corrélation entre l'exposition au soleil et les cas diagnostiqués de cataracte et de dégénérescence maculaire sénile.

LES DANGERS DE L'EXPOSITION À LA LUMIÈRE SOLAIRE

L'éblouissement

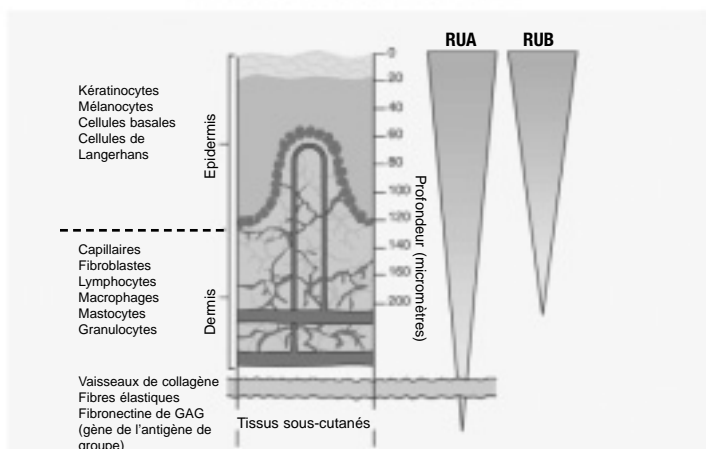
L'éblouissement constitue un facteur important en matière d'acuité visuelle et ses effets sont variables, allant d'habitude d'un simple gêne jusqu'à l'éblouissement aveuglant. Autrement dit, l'éblouissement consiste en la perte de la performance visuelle ou de la visibilité ou en un sentiment d'inconfort et d'inconfort produit lorsque la luminance d'un champ visuel est supérieure à celle à laquelle l'œil est adapté. Pour simplifier, on peut dire que l'œil nu éprouve les effets de l'éblouissement lorsque l'observateur se déplace de l'intérieur à l'extérieur et à condition que l'éclairage interne soit de 400 lumens alors que l'éclairage externe oscille entre 1 000 et 3 000 lumens (seuil de confort). L'éblouissement peut en outre être produit par des surfaces à haute réflectivité ou en regardant droit au soleil, ou même par les projecteurs d'une voiture qui s'approche. Il existe plusieurs types d'éblouissement : l'éblouissement de distraction, l'éblouissement inconfortable, l'éblouissement neutralisant et l'éblouissement aveuglant. Tous quatre peuvent être produits par la lumière directe ou réfléchie. L'éblouissement de distraction produit un minimum de gêne due à des réflexions produites à partir de la surface d'un verre ou par celles produites à travers les verres. Quant à l'éblouissement inconfortable, il fait son apparition lorsque l'éclairage environnemental est de l'ordre de 3 000 lumens et peut même atteindre des niveaux aveuglants. L'éblouissement inconfortable moyen ou modéré gêne l'observateur au point de couvrir les yeux pour éviter la source d'inconfort, ajoute à sa fatigue et peut se produire même en présence d'une couverture nuageuse. Avec l'accroissement progressif de l'éclairage, l'éblouissement

inconfortable devient de plus en plus gênant. L'observateur réagit soit par constriction de la pupille de l'œil soit en détournant le regard de la source d'éblouissement. Avec l'âge, le seuil de tolérance vis-à-vis de l'éblouissement diminue et la gêne commence à se sentir à partir des niveaux de luminance de plus en plus bas. Lorsque l'intensité de la lumière atteint 10 000 lumens environ, elle finit par entraver la vision. Cela produit de l'éblouissement dit neutralisant. L'éblouissement réduit le contraste visible des objets. Lorsque la lumière réfléchie produit de l'éblouissement aveuglant (comme dans le cas de la lumière qui se reflète sur le pare-brise ou le capot d'une voiture), cette lumière peut aveugler l'observateur au point qu'il soit incapable ou presque de reconnaître l'objet ou la vue qui se cache derrière la source d'éblouissement. Cette situation peut être particulièrement dangereuse et avoir des retombées fort regrettables. Tel est le cas de l'éblouissement aveuglant produit par le pare-brise d'une voiture qui voile au piéton la présence des véhicules venant en sens inverse ; ou bien l'éblouissement qui entrave provisoirement la vision d'un ouvrier en bâtiment en train d'exécuter une tâche dangereuse. Pour en conclure, l'éblouissement produit une série d'effets indésirables allant de l'asthénopie, aux maux de tête, en passant par la réduction de la vision, autrement dit la diminution de la profondeur de perception et de sensibilité aux contrastes.

L'absorption par la peau

Les rayonnements ultraviolets A et B pénètrent la peau à des profondeurs différentes (Figure 7). Les rayons ultraviolets B ne dépassent pas le niveau de l'épiderme. Cependant, les rayons ultraviolets A pénètrent le derme et les couches sous-cutanées. Étant donné que ceux-ci représentent une plus grande partie de la peau, le derme subit des dommages plus importants dus au rayonnement ultraviolet dont le vieillissement cutané photo-induit. Le niveau de radiation des rayons ultraviolets B varie au cours de la journée et est de loin plus important entre 10 h et 14 h. Contrairement aux rayons ultraviolets B, la variation des niveaux de radiation des rayons ultraviolets A est moins prononcée. Une autre différence entre les rayons ultraviolets A et B consiste en ce qu'un coup de soleil causé par les rayons UVB apparaît le jour même de l'exposition au soleil, alors que le coup de soleil dû aux rayons UVA se manifestera au bout de 72 heures.

Fig. 7. Pénétration de la peau par les RUA et RUB



L'endommagement de la peau à cause des rayons ultraviolets

Actuellement, le cancer cutané constitue la forme de cancer la plus fréquente aux États-Unis et cause environ 7 000 décès par année. Il existe trois types de cancer cutané : le carcinome basocellulaire, le mélanome et le carcinome squameux. Le mélanome est le plus dangereux de ces trois formes de cancer. Les cas d'apparition de mélanome ont plus que doublé durant les vingt-cinq dernières années. En 1998, leur taux d'incidence était de l'ordre de 14,3 pour 100 000 personnes. En même temps, le taux de mortalité annuel a enregistré une augmentation de 44 % en passant de 1,6 à 2,3 pour 100 000 personnes. Le carcinome basocellulaire constitue la forme la plus fréquente de cancer cutané. 750 000 cas de carcinome basocellulaire sont diagnostiqués chaque année. Comme il a été mentionné plus haut, le cancer cutané des annexes de l'œil causé par les rayons ultraviolets est un grave problème dermatologique.

Les effets aigus et chroniques des rayonnements ultraviolets A et B

Les deux principales réactions cutanées au rayonnement ultraviolet, à savoir les coups de soleil et le bronzage, constituent des signes avant-coureurs d'un endommagement à long terme de la peau et des yeux. Les réactions chroniques à l'exposition au rayonnement ultraviolet comprennent le vieillissement cutané photo-induit et le cancer cutané. Pour ce qui est de la santé de la peau, notons que les rayons UVB correspondent à la bande la plus mutagène et la plus cytotoxique du spectre solaire. Ces rayons sont de loin les plus dangereux et produisent des lésions précancéreuses et cancéreuses. Contrairement aux rayons UVB, les retombées phototoxiques des rayons UVA sont considérablement moins importantes bien que ceux-ci atteignent des couches cutanées plus profondes et contribuent ainsi au vieillissement photo-induit de la peau. L'apparition de rides et de ridules, le changement de la couleur et de la texture, l'affaissement et la cicatrisation de la peau sont autant de signes de vieillissement cutané photo-induit.

LES RAPPORTS CHANGEANTS DU VIEILLISSEMENT CUTANÉ PHOTO-INDUIT

L'altération de la structure de l'ADN

Une fois captée par la peau, la lumière du soleil est susceptible de modifier la structure de certains composants nucléaires y compris l'ADN. Bien que l'ADN ne constitue pas de chromophore pour les rayons UVA, il peut être endommagé par des réactions de photosensibilité produites lors de leur absorption par des chromophores non identifiés.

La radiation des rayons UVB affecte surtout l'ADN à travers la formation des photoproduits dimériques entre des bases pyrimidiques contiguës d'un même brin d'ADN. La peau humaine dispose d'énormes mécanismes de réparation des cellules ADN. Cependant, la production excessive des photoproduits dimériques peut dépasser la capacité dont dispose le corps pour les métaboliser et les neutraliser. D'ailleurs, les espèces oxygénées radicalaires sont également capables d'endommager l'ADN. C'est la raison pour laquelle il est indispensable d'utiliser des antioxydants, soit par voie buccale soit sous forme de produit utilisé de façon topique.

Prédisposition génétique

Toute mutation constatée au niveau du marqueur génétique p53 est un signe avant-coureur de cancérogenèse cutanée produite par les rayons ultraviolets. Cela est dû au fait que, dans presque 50 % des cas de kératose sénile (ou actinique) – tache qui constitue une étape précancéreuse conduisant au carcinome squameux – une mutation du marqueur génétique p53 a été observée.

LES RAPPORTS ENTRE LE RAYONNEMENT ULTRAVIOLET ET L'ENDOMMAGEMENT DE L'ŒIL HUMAIN

La possibilité pour l'œil humain d'être endommagé par les rayons ultraviolets dépend d'un certain nombre de facteurs tels l'intensité, la longueur d'onde, la tension en oxygène, les chromophores, ainsi que les mécanismes de défense.

L'intensité

Outre la distribution spectrale de la lumière qui atteint l'œil, celui-ci encourt plus de risques d'être endommagé si la lumière devient progressivement plus intense. Pour donner un exemple simple d'exposition aiguë à des rayons ultraviolets de haute intensité, il suffit de penser à une piste de ski alpin par une journée ensoleillée, surtout lorsque celle-ci se trouve à haute altitude. Un autre exemple de ce même type serait de faire la pêche ou de la navigation de plaisance pendant les heures où l'indice UV est élevé. L'exposition aux rayons ultraviolets à haute intensité peut induire la photokératite ou la rétinopathie solaire, celle-ci n'étant autre chose qu'une brûlure maculaire.

La longueur d'onde

La longueur d'onde discutée plus haut revêt une importance majeure car elle détermine le degré de pénétration oculaire et cutanée de la lumière (Figure 6). Les longueurs d'onde courtes ont plus d'énergie. Cela signifie qu'elles sont plus dangereuses et qu'elles accroissent le risque d'endommagement biologique. Par contre, elles n'atteignent pas la peau en profondeur. La plupart des rayons ultraviolets sont absorbés par la cornée et le cristallin de l'œil. Cependant, chez les jeunes enfants, le cristallin transmet une petite bande de rayonnement ultraviolet A (soit environ 320 nm). Avant l'âge de 10 ans, 75 % des rayons ultraviolets sont transmis à travers le cristallin de l'œil, contrairement à 10 % à partir de l'âge de 30 ans^{17,34}.

La localisation de l'endommagement

La cornée et le canal uvéal

Les cellules épithéliales et endothéliales de la cornée de l'œil peuvent être affectées et endommagées par d'intenses radiations ultraviolettes A et B. Ce type d'endommagement cellulaire est susceptible de produire de la kératite. Il faut cependant noter que ces cellules disposent d'un mécanisme de réparation hors pair de sorte que leur endommagement est rarement de nature permanente et irréversible.¹⁷ Contrairement aux cellules épithéliales et endothéliales, les cellules épithéliales pigmentaires de l'iris ainsi que les mélanocytes du canal uvéal (qui sont hautement pigmentés) sont bien protégés contre les dommages causés par le rayonnement ultraviolet, à l'exception d'une exposition à long terme ou du vieillissement cellulaire.

Le cristallin

La couche épithéliale du cristallin se trouve en contact avec la couche aqueuse et reçoit directement le rayonnement ultraviolet. Elle devient de la sorte extrêmement sensible aux effets phototoxiques des rayons ultraviolets. La phototoxicité observée au niveau des couches internes du cristallin peut modifier la composition d'ADN et celle de certains acides aminés. Cela s'explique par une détérioration des lipides et(ou) de la protéine intrinsèque. Il s'agit de processus cataractogènes.¹⁶

La rétine

La petite quantité de radiation ultraviolette qui échappe au filtrage de la cornée et du cristallin peut causer des problèmes au niveau des cellules épithéliales pigmentaires rétinienne, de la choroïde et du segment externe des bâtonnets et

des cônes rétiens. Si nous avons affaire à un endommagement phototoxique étendu, il existe un fort risque de cécité permanente – dû fort probablement à la dégénérescence maculaire sénile – pouvant être attribué à l'accumulation des effets nocifs du rayonnement ultraviolet tout au long de la vie de l'observateur.

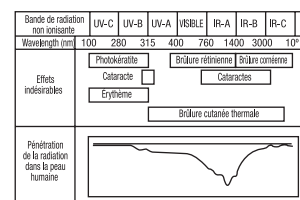
Facteurs influant sur le degré de l'endommagement oculaire

La tension en oxygène

Plus un tissu est oxygéné plus il est sensible à l'endommagement oxydatif et photo-oxydatif. L'œil et sa structure disposent d'une haute tension en oxygène. La cornée est directement oxygénée par le contact avec l'air ambiant et la couche aqueuse. Quant à la rétine, elle dispose d'un réseau complexe de vaisseaux qui fournit du sang à profusion tout en augmentant, par ricochet, le degré de tension en oxygène. Quoique le cristallin ne soit pas directement nourri de sang, il est suffisamment oxygéné pour permettre l'apparition des troubles de photo-oxydation.

Fig. 8. Effets indésirables sur le tissu humain résultant de la pénétration en profondeur et en longueurs d'onde

- Rayons UVC (190-280 nm)
- Rayons UVB (280-315 nm)
- Rayons UVA (315-380 nm)
- Lumière visible (380-780 nm)



Shroy, David H. Photochemistry of the eye - UV radiation and sunglasses. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, Volume 53, Issues 2-3, 15 November 2000, Pages 158-176

Chromophores

Tant les chromophores exogènes que les chromophores endogènes absorbent de l'énergie lumineuse et la transforment en une impulsion transmise au niveau du cerveau où elle est interprétée en tant qu'image. Normalement, les chromophores exogènes et les chromophores endogènes absorbent le rayonnement ultraviolet en l'empêchant d'atteindre la rétine de l'œil. Ils forment ainsi une sorte de bouclier de défense contre la photooxydation. Cependant, avec l'âge quelques-uns de ces chromophores (jaunes) se transforment en acide xanthurénique. Ce dernier stimule la production des espèces oxygénées radicalaires qui, à leur tour, détruisent les protéines du cristallin.¹⁷ De son côté, la rétine comprend un certain nombre de chromophores protecteurs (la rhodopsine, l'opsine, la mélanine et le A2E). Plus l'âge avance, plus ces chromophores se transforment en lipofuscine pouvant entraîner des réactions photooxydatives.

Les mécanismes de défense

Enfin, l'œil dispose d'un nombre de mécanismes de défense qui le protègent contre la photooxydation. Parmi ces mécanismes on note les enzymes antioxydants (la superoxyde dismutase et la catalase) ainsi que d'autres antioxydants, tels les vitamines E et C, la xanthophylle (autrement appelée lutéine), la zéaxanthine, le lycopène, le glutathion et la mélanine. Cependant, la quantité de ces antioxydants diminue avec l'âge. La bonne nouvelle est qu'ils peuvent être remplacés par le biais de suppléments de vitamines.

LES CONSÉQUENCES DU RAYONNEMENT ULTRAVIOLET SUR LES PATIENTS AYANT DES BESOINS SPÉCIAUX

Les rayons ultraviolets influent sur la vie des personnes, quels que soient leur âge ou leur origine ethnique. Cependant le risque pourrait être plus important chez certains groupes de la population, y compris les jeunes enfants. Il s'agit des personnes dont la peau est intolérante au soleil, qui prennent des médicaments susceptibles d'accroître la sensibilité à la lumière ou qui habitent dans des régions de haute altitude. Les personnes souffrant de maladies oculaires se situent parmi la population à haut risque en matière d'exposition au rayonnement ultraviolet.

Il faut également noter qu'une conception fautive mais largement répandue persiste même jusqu'à nos jours. Selon celle-ci, les personnes à teint foncé devraient se soucier moins des effets nocifs du soleil. Or ce groupe de personnes, une fois exposé aux rayons ultraviolets, encourt les mêmes risques oculaires que les gens à teint plus clair. En réalité, le programme InterSun lancé par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) le dit clairement : « le teint foncé de la peau ne protège point les yeux ni le système immunitaire contre les effets des rayons ultraviolets ».²⁴

Notons de surcroît que dans le cas des personnes à teint foncé atteintes de mélanome, ce type de cancer s'avère être plus virulent que chez des personnes à teint clair. Cela prouve le besoin de se protéger proprement contre les rayons ultraviolets, quels que soient la couleur ou le teint de la peau.

Les enfants

Le risque d'exposition aux rayons ultraviolets durant l'enfance est très élevé. Cela s'explique par le fait que les cellules cutanées des enfants sont immatures et en développement. Par conséquent, elles sont plus sensibles aux différents dangers, dont celui de la radiation ultraviolette. L'autre raison consiste en ce que les enfants tendent à avoir un plus grand pourcentage de surface corporelle exposée au rayonnement. Bien que ces risques soient fort répandus chez tous les enfants, ils sont également fonction de la composante géographique. Ainsi, ils sont plus importants autour de la fameuse « Ceinture de Soleil », à savoir les États du Sud et du Sud-Ouest des États-Unis, ainsi que partout où il existe des surfaces hautement réfléchives telles le sable, l'eau, la neige ou même le pavage. N'oublions pas non plus

que les yeux des jeunes enfants ne sont pas en mesure de filtrer la même quantité de rayons ultraviolets que ceux des adultes. Aussi exigent-ils une plus grande protection qui devrait même commencer très tôt.¹⁷

Les diabétiques

Les personnes souffrant de diabète sont particulièrement vulnérables aux risques qu'engendrent les rayons ultraviolets. En raison de l'accumulation du sorbitol et du fructose au niveau du cristallin, les diabétiques encourent le risque de développer des cataractes plus tôt que les personnes non diabétiques. Notons également que la fréquence d'apparition des cataractes est plus élevée chez les diabétiques que chez la population non diabétique.²⁵

Les patients sous traitement médicamenteux

Certains types de médicaments sont susceptibles d'accroître la sensibilité à la lumière telle qu'éprouvée par certaines parties du corps humain. Autrement dit, cette partie du corps absorbe plus de rayons ultraviolets que d'habitude (Tableau 4). Dans le cadre de ces réactions à caractère phototoxique, la substance médicamenteuse se rattache au tissu cellulaire en absorbant de l'énergie provenant de la lumière ultraviolette. La substance médicamenteuse répand cette énergie dans la peau en détruisant les cellules cutanées. Cette destruction est susceptible de conduire à la mort.²⁵ La tendance qu'ont ces agents de détruire la vision humaine dépend de leur structure chimique, des spectres d'absorption, de leur capacité de franchir les barrières sanguinoculaires, ainsi que de leur aptitude de s'attacher au tissu oculaire. Lorsque ces composés chimiques forment des dépôts au niveau du cristallin ou de la rétine, ces tissus deviennent automatiquement plus vulnérables aux effets nocifs de la lumière.^{17, 27}

Les personnes qui s'exposent pendant longtemps à la lumière externe

Les personnes exerçant des activités professionnelles en plein air ou celles qui s'exposent continuellement ou de façon excessive aux rayons ultraviolets comme, par exemple, les agriculteurs, ceux qui travaillent dans la construction ou les amateurs des sports en plein air encourrent plus de risques de développer des

maladies cutanées ou oculaires liées à radiation ultraviolette solaire. En fin de compte, nous sommes tous à risque, notamment avant l'âge de 18 ans. Le plus haut niveau d'exposition à la radiation UV solaire a lieu durant l'adolescence, période au cours de laquelle les jeunes ont tendance à adopter un comportement je-m'en-foutiste par rapport aux rayons ultraviolets et leurs dangers et à ne pas s'en protéger suffisamment.

Tableau 4. Médicaments photosensibilisants qui accroissent l'absorption des rayons ultraviolets^{25,31}

- Rétinoïdes
- Tétracyclines
- Accutanes (ex. acné)
- Diurétiques thiazidiques (drogues à action hypotensive)
- Contraceptifs oraux
- Phénothiazines (ex. calmants)
- Psoralène (ex. psoriasis)
- AINS
- Plantes telles l'herbe de Saint-Jean (millepertuis)

Quant aux soins oculaires, notons qu'à peine 20 à 30 % des jeunes s'occupent de la santé de leurs yeux. À moins qu'il n'existe des problèmes évidents, l'examen de contrôle de leur vision se limite à l'acuité visuelle, test habituellement administré par le médecin de famille ou le pédiatre. Parmi ceux qui portent des lunettes aux États-Unis, il n'y en a qu'un infime pourcentage qui utilise des lunettes de protection à des fins autres que la protection contre l'éblouissement. Ce comportement peut sans doute être expliqué par le manque de sensibilisation aux conséquences délétères que représentent pour les yeux les rayons ultraviolets. Ce qui est de loin plus ironique, c'est que les parents qui portent les lunettes de soleil ou des verres photochromiques n'adoptent pas les mêmes mesures pour protéger les yeux de leurs enfants.²⁸

LES RECOMMANDATIONS DU CONSENSUS

Dans un souci de mieux organiser et de regrouper les points de vue des spécialistes participant à la table ronde au sujet des rayons ultraviolets et de l'éblouissement, l'animateur de discussion a décidé de diviser les participants en deux groupes multidisciplinaires. Ensuite, il leur a demandé de réfléchir et de débattre sur les questions suivantes :

1. Quelles sont les particularités propres aux rayons ultraviolets et à l'éblouissement dont vos collègues doivent prendre connaissance ?
2. Qu'est-ce que les patients doivent savoir à propos des rayons ultraviolets et de l'éblouissement ?
3. Quels sont les principaux éléments devant faire l'objet d'un consensus ou d'un accord général ?
4. Quels sont les principaux éléments sur lesquels l'opinion des spécialistes se partage ?

Après avoir délibéré sur les différentes questions, les groupes ont formulé leurs points de vue et abouti à un certain nombre de conclusions. Celles-ci ont été présentées par le porte-parole de chaque groupe. Les paragraphes qui suivent proposent un résumé des discussions sur les rayons ultraviolets et l'éblouissement, telles qu'elles ont été formulées à la suite de leur présentation officielle.

La première constatation intéressante, selon la Dre Hebert et le Dr Judelsohn, les rapporteurs de chaque groupe, porte sur ce il n'y a presque pas eu de désaccord parmi les participants par rapport aux principaux axes de la discussion. Ils ont ainsi réitéré l'opinion convergente, à savoir que :

L'accroissement de l'incidence de maladies cutanées et oculaires liées au rayonnement ultraviolet en relation avec le comportement de la population qui tend à négliger la protection inadéquate contre ce type de rayonnement appelle un mandat qui porterait sur des programmes complets visant, d'une part, à sensibiliser davantage le public aux dangers associés aux rayons ultraviolets, d'autre part, à promouvoir de meilleures pratiques de protection contre ceux-ci.

Quant à la première question posée, les participants à la table ronde se sont entendus pour dire que le lien entre maladies oculaires et rayons ultraviolets n'est pas suffisamment établi dans l'esprit des professionnels de la santé non spécialistes des yeux, à savoir les médecins généralistes, les médecins de famille, les dermatologues et les pédiatres. À cet égard, la Dre Hebert a suggéré aux panélistes que l'évaluation des dermatologues sur le rapport entre les maladies oculaires et les rayons ultraviolets soit mise à jour. Par contre, les professionnels de la vue savent bien que l'exposition au rayonnement ultraviolet entraîne des troubles de vision. Cela ne signifie pas pour autant qu'ils transmettent avec insistance et clarté ce message à leurs patients ni qu'ils les incitent à protéger leurs yeux contre les rayons ultraviolets. Selon les participants à la table ronde, l'éducation du public doit commencer par cette catégorie de professionnels de la santé. Les bénéfices à en tirer sont multiples : d'une part, on saisira mieux le rapport de forces entre les rayons ultraviolets et les maladies qui en résultent ; d'autre part, on se munira de moyens et d'armes plus efficaces dans un effort d'en éduquer le public. En outre, les participants n'ont pas manqué d'insister sur la nécessité d'une éducation multidisciplinaire, que ce soit pour les professionnels de la santé ou le public. Le corps des ophtalmologues devrait constituer le fer de lance de toute initiative d'éducation et de sensibilisation visant la protection des yeux du rayonnement ultraviolet. De la même façon, tout programme de protection de la peau devrait être initié et lancé par les dermatologues. La Dre Stenson a pertinemment observé que les professionnels des soins oculaires ne sont pas en mesure de contrôler ni de vérifier les lunettes de protection contre les rayons ultraviolets qu'utilisent leurs patients, parce que celles-ci sont achetées sans ordonnance. Les spécialistes n'ont presque pas la chance d'offrir leurs conseils professionnels sur ce sujet. Cela constitue une raison supplémentaire plaidant en faveur d'une approche multidisciplinaire. Les panélistes se sont d'ailleurs entendus sur ce que les ophtalmologues et les optométristes proposent des soins oculaires aillent «

au-delà d'une vision de 20/20 », en tenant compte des questions de qualité de la vie que soulèvent désormais l'éblouissement et l'exposition au soleil.

Comment éduquer les professionnels de la santé

Une des principales recommandations de cette table ronde au sujet des rayons ultraviolets et de l'éblouissement consistait à faire apprendre aux dermatologues les différents types de lunettes spécialisées visant à offrir un maximum de protection contre les rayons ultraviolets. Dans ce même ordre d'idées, les ophtalmologues des deux groupes ont proposé aux dermatologues de redoubler de vigilance dans le cas des patients qui présentent plus qu'une lésion cutanée résultant de l'exposition au soleil. Dans ce cas, il serait plausible de penser que l'exposition excessive au soleil n'ait pas été limitée à sa manifestation cutanée, mais qu'elle ait également affecté les yeux. Dans de telles situations, les panélistes s'accordent pour reconnaître le besoin de renvoyer le patient à un ophtalmologue, de sorte à identifier d'éventuelles lésions dues au rayonnement ultraviolet. Il s'agit de renvois multidisciplinaires qui, à en croire le Dr Hamada, garantissent à tous les patients un maximum de soins oculaires. Cependant, une campagne d'éducation et de sensibilisation des dermatologues s'avère en même temps indispensable. Elle doit consister à renforcer la mise en application de ces protocoles et à adopter une approche qui traite, avec le même soin et la même attention, de la protection de la peau et celle des yeux. Selon les participants à la table ronde, l'initiative du lancement d'un tel programme doit venir des associations des ophtalmologues, des optométristes et des dermatologues afin de donner à la protection anti-solaire l'importance multidisciplinaire qu'elle mérite.

Les programmes d'éducation sur les rayons ultraviolets et la santé des yeux devraient également viser les médecins de premier recours, y compris les pédiatres, les médecins généralistes et les médecins de famille. Ceux-ci semblent être les principaux prestataires de soins de santé des jeunes personnes pendant une bonne durée de leur vie. Ces

programmes pourraient être mis en œuvre à travers des programmes de formation continue (PFC), spécialement conçus pour répondre aux besoins des médecins, des optométristes, des infirmiers et infirmières, des assistants de médecin et des infirmières praticiennes.

Les participants à la table ronde partagent l'avis que les initiatives d'éducation et de formation ne doivent pas se limiter au champ des cliniciens mais, par contre, s'étendre à celui des gestionnaires d'écoles, des infirmiers et infirmières, des professeurs, des entraîneurs, des conseillers, des groupes de jeunesse, des colonies de vacances pour enfants – bref de l'ensemble des professionnels qui travaillent au côté des jeunes – à travers leurs associations professionnelles respectives. Ces programmes doivent mettre l'accent sur la mise en œuvre précoce des soins préventifs de la peau et des yeux afin de minimiser les effets cumulatifs du rayonnement ultraviolet.

Comment éduquer les patients

Par rapport à la deuxième grande question du débat, les participants à la table ronde sur les rayons ultraviolets et l'éblouissement soulignent l'importance de l'éducation des patients quant aux dangers inhérents au rayonnement ultraviolet, notamment pendant l'âge le plus tendre. Ce sont les professionnels de la santé qui doivent éduquer et sensibiliser les parents. Il convient ici de reprendre la remarque du Dr Brunton au sujet de l'éducation parentale : « Engager les parents dans ce processus me

semble donner à l'initiative une chance unique. Souvent, les parents permettent à leurs enfants des choses qu'ils ne se permettraient pas eux-mêmes. Quoi de mieux que de souligner le rôle que joue le comportement des parents à la préservation de la vision de leurs enfants jusqu'à un âge très avancé ? Ce serait la meilleure façon d'influer, de manière positive, sur la santé oculaire à long terme. »

Il semble que le moment à partir duquel on peut directement éduquer un patient est l'âge de 4 ans. Cela se fait à travers des examens de contrôle réguliers. Le Dr Judelson a lancé un appel à l'éducation portant sur la protection contre les rayons ultraviolets. Cette dernière, toujours centrée sur la peau, devrait se donner de nouvelles pistes d'action. Le Dr Judelson a ajouté que tout effort allant dans cette direction devrait être accompagné de propositions précises et concrètes, abordant aussi bien la question des habitudes d'exposition au rayonnement ultraviolet que celle de protection. Ces propositions ne devraient pas uniquement prendre en considération la composante anatomique, c'est-à-dire l'œil ou la peau, mais aussi la composante géographique, notamment les régions autour de la « Ceinture de Soleil ». Les spécialistes ont réitéré la nécessité de lancer un message fort et convaincant à l'intention des adolescents les incitant à réfléchir sur les dangers que représentent les rayons ultraviolets et à adopter des pratiques de protection efficaces contre ces effets nocifs. Les adolescents constituent un des

groupes les plus à risque de la population globale. Ils peuvent développer, à des fréquences plus élevées, des lésions oculaires et cutanées dues à une exposition excessive aux rayons. Ce risque est fonction de leur style de vie et de leur comportement face au soleil. La Dre Newsome a remarqué que les cabinets des pédiatres disposent d'une grande variété des feuillets d'information personnalisés traitant de diverses questions médicales. Cependant, l'information relative à la protection des yeux contre les rayons ultraviolets est très limitée sinon inexistante. Une solution pour remédier à ce manque d'information consiste à renforcer le volet consacré à l'éducation des patients via du matériel conçu et mis au point par des organismes professionnels, soit de façon indépendante soit dans le cadre d'une collaboration multidisciplinaire. Ces organismes sont les suivants :

- L'American Academy of Pediatrics (AAP)
- L'American Academy of Dermatology (AAD)
- L'American Academy of Ophthalmology (AAO)
- L'American Academy of Family Physicians (AAFP)
- L'American Optometric Association (AOA)
- Le National Eye Institute (NEI)

Outre les organismes qui se basent aux États-Unis, il en existe d'autres à l'échelle internationale dont la présence et la contribution ont été déterminantes à l'élaboration et la mise en œuvre des programmes de protection de la peau et des yeux. Il faut toutefois

LES PROGRAMMES D'ÉDUCATION SUR LES RAYONS ULTRAVIOLETS ACTUELLEMENT EN VIGUEUR

Aux États-Unis

En 1998, voit le jour la Skin Protection Federation formée aux États-Unis par la coalition des organismes et agences à but non lucratif tels l'American Cancer Society (ACS), des agences gouvernementales et des associations corporatives. Le but de cette fédération a été de faire apprendre au public comment se protéger du soleil. Pour ce faire, elle a adopté le slogan australien « Slip, Slop, Slap ».³⁴

En décembre 2000, l'American Cancer Society a lancé une initiative de prévention du cancer cutané connue sous le nom de « Sun Safe Community ». Il s'agit d'un programme qui consiste à présenter des programmes de prévention à l'échelle communautaire, c'est-à-dire aux écoles, aux centres pour enfants, aux centres de soins primaires, aux plages et aux aires de loisirs. En 2002, la municipalité de Vero Beach en Floride a mis en œuvre le programme Sun Safe de l'ACS, tout en modifiant légèrement le slogan en « Slip, Slop, Slap and Wrap » (Wrap se référant aux lunettes de soleil).³⁵

En Australie

Une campagne visant à éduquer le public à mieux faire face aux rayons ultraviolets a été lancée en Australie. Celle-ci fut un véritable tabac et continue d'être en vigueur. Le slogan de cette campagne a été le suivant : « Slip, Slop, Slap » à savoir « Slip on a T-shirt » (mettre un T-shirt) ; « Slop on some sunscreen or sunblock » (mettre de la lotion avec écran solaire) ; « Slap on a hat » (mettre un chapeau). Ce programme, qui a débuté en 1980, s'est transformé en la campagne SunSmart lancée auprès des écoliers et écolières en transmettant un message fort efficace de protection contre le soleil. Dans le cadre de ce programme, il est désormais obligatoire pour les enfants de porter à l'école des vêtements de protection, y compris un chapeau, ainsi que de la lotion avec écran solaire afin de pouvoir participer à des activités qui se déroulent en plein air. Pendant les premières années de sa mise en application, le programme n'a pas accordé suffisamment d'importance aux mesures de protection des yeux.¹⁰

Vingt ans après son lancement, les Australiens et Australiennes ont changé leur façon de concevoir le soleil : ils se protègent davantage, ils détectent plus vite les cancers de la peau et les guérissent à leurs stades précoces. Grâce à ce programme, il y a désormais une diminution de 50 % du taux de coups de soleil ainsi qu'une réduction de la fréquence d'apparition des cancers cutanés non mélaniques chez les mineurs³⁶. Le programme actuellement en cours prend également en considération le besoin de protéger les yeux.¹¹ Il a servi de modèle à l'élaboration d'autres programmes qui commencent d'être mis en place partout dans le monde.

PROGRAMMES UNIVERSELS DE PROTECTION ANTI- ULTRAVIOLETTE DANS LE SECTEUR PUBLIC ET PRIVÉ – RESSOURCES ÉLECTRONIQUES

Les conséquences potentiellement désastreuses d'une exposition excessive aux rayons ultraviolets constituent une dure réalité qui touche toute la population de notre planète. Aussi de nombreux organismes du secteur public et privé ont-ils lancé des programmes d'initiative de protection anti-solaire et ont produit du matériel éducatif traitant de ce sujet. Dans cette rubrique, nous vous proposons une sélection de ressources pouvant servir de guide à la mise en vigueur des campagnes de protection contre les rayons ultraviolets.

Société canadienne d'ophtalmologie—

<http://www.eyesite.ca/francais/programmes-et-services/enonces-de-principe/ultraviolets-oeil.htm>

National Oceanic and Atmospheric Administration—

http://www.srrb.noaa.gov/UV/resources/uveyes_final.pdf

InterSun. The Global UV Project —

<http://www.who.int/peh-uv>

Federal Provincial Territorial Radiation Protection Committee – Canada 1998—

<http://www.labour.gov.sk.ca/safety/radiation/ultraviolet/printpage.htm>

Cancer Research UK: SunSmart—

<http://www.cancerresearchuk.org/sunsmart/forprofessionals/uradiation>

The Cancer Council Victoria: SunSmart—

<http://www.sunsmart.com.au/>

Indice du rayonnement UV total—

www.who.int/peh-uv/Solar_UV_Index_Guide_Final.pdf

Environmental Protection Agency: Sunscreen and Burning Facts—

<http://www.epa.gov/sunwise/doc/sunscreen.pdf>

US EPA Sunwise School Program—

<http://www.epa.gov/sunwise>

noter que la plupart de ces programmes, au même titre que ceux lancés aux États-Unis, favorisent la protection cutanée au détriment de la protection oculaire. Aussi est-il qu'une action concertée sur ce deuxième volet de protection doit être mise sur pied et prendre de l'ampleur.

Comment défendre et promouvoir la cause de la protection du public contre le rayonnement ultraviolet solaire

Il semble que l'initiative d'une politique publique de protection des yeux contre le rayonnement ultraviolet doit être lancée par la communauté des spécialistes des yeux, que ce soit les ophtalmologues ou les optométristes, et par leurs associations respectives. Cependant, il devient de plus en plus pressant que des objectifs uniformes en matière de politiques de protection contre les effets du soleil soient également adoptés par d'autres associations médicales et des soins de santé, par le gouvernement national, régional et local, par des institutions d'enseignement publiques et privées, par des syndicats ainsi que par des organismes de sport. Les politiques de protection doivent aborder des questions telles les horaires d'exposition au soleil, l'environnement physique, les vêtements de protection individuelle, les lunettes de protection contre les rayons ultraviolets et l'éblouissement, l'utilisation d'écrans solaires, les programmes de sensibilisation des familles, l'affectation des ressources et l'évaluation de la mise en œuvre des programmes.

Une politique publique ne saurait être ni complète ni efficace si elle ne tenait pas compte de la gestion de l'environnement et de l'aménagement urbain conçus de sorte à protéger les citoyens des rayons ultraviolets (y compris la création des structures d'ombrage) et à prévoir des horaires d'exposition au soleil à de nombreux endroits comme :

- Les terrains de jeu des écoles
- Les installations récréatives
- Les parcs et les jardins publics
- Les endroits de travail en plein air

Plus particulièrement, les activités de plein air des enfants doivent avoir lieu dans des zones tramées et l'utilisation des lunettes de protection qui filtrent les rayons ultraviolets et l'éblouissement doit être largement encouragée.

Des recommandations en matière des lunettes de protection

Les spécialistes des soins de la vue doivent se rendre compte que la règle d'une « vision de 20/20 est loin d'être suffisante ». De nouvelles approches doivent se substituer à la conception traditionnelle des soins de la vue en mettant l'accent sur des valeurs de qualité de vie comme :

- La protection contre les rayons ultraviolets
- L'élimination de l'éblouissement qui affecte la vision, surtout chez des personnes âgées
- L'amélioration de la vision aussi bien par rapport à sa qualité qu'à sa quantité (par exemple, une meilleure sensibilité aux contrastes)
- Le confort et la commodité qui vont de pair avec des directives en matière des lunettes de protection spécialement conçues afin de filtrer les rayons ultraviolets

Les participants à la table ronde sur les rayons ultraviolets et l'éblouissement ont constaté qu'il existe plusieurs méthodes de protection oculaire, à savoir les lunettes de protection contre les rayons ultraviolets (lunettes optiques), les lentilles de contact et la protection des paupières. Certaines lentilles de contact n'incorporent pas de filtres anti-ultraviolets. Aussi est-il que les fabricants doivent être incités à apprendre à y incorporer ce type de technologie. Notons toutefois que même si les lentilles de contact sont munies de filtre anti-ultraviolet, l'éventail de leur diamètre ne leur permet pas de protéger l'ensemble de la cornée de l'œil. D'ailleurs, les lentilles de contact ne couvrent pas l'œil de la même façon que les lunettes. Les annexes de l'œil se trouvent donc exposées aux rayons ultraviolets. Ceci dit, les lentilles de contact à filtre anti-ultraviolet ne protègent que partiellement la cornée, alors qu'elles n'offrent aucune protection de la conjonctive ou des paupières. Les panélistes en ont déduit que les porteurs des lentilles de contact doivent impérativement compléter la protection de leurs yeux par le biais de l'utilisation des lunettes optiques qui empêchent les rayons ultraviolets d'atteindre l'œil.

Contrairement aux lentilles de contact, les verres traditionnels des lunettes optiques offrent une plus grande protection contre les rayons ultraviolets. Il existe dorénavant une grande variété de verres disponibles sur le marché, dont certains sont ultra sophistiqués. Ces verres bloquent à 100 % les rayons ultraviolets A et B (Tableau 6). Notons que les porteurs des verres correcteurs pourraient largement bénéficier des verres qui leur permettraient de ne plus avoir à changer des paires de lunettes optiques chaque fois que les conditions de lumière changent, tout en continuant à tirer profit de cette protection anti-ultraviolette. En matière de commodité, allant de pair avec une protection accrue contre les rayons ultraviolets, les spécialistes de cette table ronde partagent l'avis que les verres photochromiques constituent la solution idéale, car ils proposent en une seule paire de lunettes optiques les propriétés des verres correcteurs, le confort des couches anti-reflets qui combattent les effets d'éblouissement ainsi que la protection anti-ultraviolette. Leur discussion a révélé un grand nombre d'avantages propres à ce type de verres.

Suite à une réaction chimique, les verres photochromiques changent de couleur de façon réversible et deviennent aussitôt plus foncés en réagissant ainsi à l'intensité des rayons ultraviolets. En l'absence de source de radiation (d'habitude le soleil), ces mêmes verres deviennent clairs et transparents. Le plus grand avantage des verres photochromiques est sans doute le fait qu'ils constituent une réponse pratique et fiable à des exigences multiples : une paire de lunettes pour plusieurs conditions de lumière. Les verres photochromiques garantissent une transmission de lumière optimale en réaction à l'éclairement ambiant, autrement dit une protection sur demande et en permanence contre les rayons ultraviolets et l'éblouissement. Parce qu'ils permettent un maximum de transmission de la lumière selon les conditions données, les verres photochromiques réduisent au minimum l'impact de la lumière sur la couleur, le contraste d'acuité et la sensibilité aux contrastes. Les propriétés des verres photochromiques, prises dans leur ensemble, garantissent un maximum de confort à travers la réduction, voire l'élimination de l'éblouissement, en proposant ainsi de la protection contre les rayons ultraviolets, de l'ajustement dans des conditions de lumière changeants (de l'intérieur à l'extérieur et vice-versa), de la vision naturelle des couleurs et de la sensibilité aux contrastes.

En raison de leurs propriétés hautement polyvalentes, les verres photochromiques s'avèrent la solution la mieux appropriée en matière de protection des yeux des enfants (âgés de moins de 18 ans). Les enfants sont des êtres très actifs qui se déplacent constamment, en allant de l'intérieur à l'extérieur et inversement. En raison de leur nature, qui est également fonction de leur âge, les enfants détestent en général porter des verres correcteurs. Les verres photochromiques aident à simplifier ce problème en proposant aux enfants une seule paire de lunettes optiques et en s'assurant qu'ils reçoivent, en même temps, une protection anti-ultraviolette adéquate, conformément aux consignes médicales et aux directives sur les rayons ultraviolets. Les verres traditionnels de protection contre les rayons ultraviolets s'avèrent peu pratiques, notamment pour des activités sportives en plein air. Cela est dû au fait que ces verres restent inchangés, c'est-à-dire que le degré de variation de leur clarté ne change pas en fonction des conditions de lumière ambiante. Les verres photochromiques ne réussissent pas seulement à éliminer le besoin d'une deuxième paire de lunettes, uniquement pour le soleil. Ils vont bien au-delà, en garantissant l'adaptation rapide des verres aux changements d'environnement résultant des activités multiples des enfants.

Afin de régler les problèmes d'éblouissement, les professionnels des soins de la vue devraient recommander l'utilisation des couches anti-reflets sur les verres correcteurs. Grâce aux couches anti-reflets, la transmission de la lumière à l'intérieur accroît de 5 à 6 %, ce qui se traduit par une transmission quasi totale de la lumière visible.

Les spécialistes de la table ronde sur les rayons ultraviolets et l'éblouissement n'ont pas manqué de rappeler qu'il existe un autre groupe de personnes dont la protection des yeux contre les rayons ultraviolets ne doit pas être négligée. Il s'agit des personnes ayant subi une opération d'implant de lentilles intraoculaires (ILI). Quoique la plupart des ILI filtrent les rayons ultraviolets et protègent ainsi la rétine des yeux, les paupières, la conjonctive et la cornée encourent toujours des risques d'endommagement en raison du rayonnement ultraviolet. Il faut donc inciter ces patients à porter des lunettes munies d'une protection anti-ultraviolette, que ce soit pour les lunettes de soleil ou les verres correcteurs.

Dans le but d'atteindre un maximum de protection et de filtrer une plus grande quantité de rayons ultraviolets, les spécialistes de la table ronde recommandent fortement l'utilisation des verres à grand diamètre. Selon la Dre Stenson, lorsque le diamètre des verres est grand, ceux-ci arrivent à protéger une plus grande surface de l'œil humain. D'autre part, plus le verre est près de l'œil, à savoir plus distance verre-œil est réduite, plus la protection gagne en efficacité. Les panélistes ont d'ailleurs noté qu'il n'y a pas de lien entre teint de verres et protection contre les rayons ultraviolets. Le teint renvoie uniquement au confort. Les spécialistes sont d'ailleurs d'avis qu'il faut créer un autocollant destiné à être apposé sur des verres qui protègent à 100 % contre les rayons ultraviolets A et B. Une autre recommandation proposée dans le cadre de cette table ronde consiste à inciter les professionnels des soins de la vue à distribuer des feuillets d'information et tout autre type de documentation sur les propriétés et les qualités que l'acheteur doit chercher lorsqu'il décide de se procurer des lunettes de soleil. Celles-ci présentent un enjeu de taille, à savoir que les utilisateurs s'attendent à ce que les produits de vision protégeant contre les rayons ultraviolets soient à la fois pratiques et confortables. Ce n'est qu'à ce moment qu'ils décident de les utiliser. En même temps, on vient de constater que, face à une bonne partie de la population, consciente des dangers que représentent les rayons ultraviolets pour la peau, il n'en existe qu'une infime proportion qui reconnaît les effets nocifs des rayons ultraviolets pour les yeux. Il faut en déduire qu'il est difficile de trouver un juste équilibre entre l'utilisation cosmétique des lunettes de soleil et le besoin réel et pressant de protéger nos

yeux des rayons ultraviolets. Ce choix s'avère d'autant plus difficile que le public visé porte plutôt sur des enfants et des adolescents que sur des adultes. Les spécialistes ont d'ailleurs constaté que, étant donné que nous faisons partie d'une culture qui valorise la beauté et les soins cosmétiques, l'utilisation des écrans solaires est le plus souvent associée au désir de remédier aux imperfections de la peau (telles les rides et ridules) dues aux effets nuisibles du soleil, ou tout simplement de les prévenir, qu'au besoin de protéger la peau contre de sérieuses maladies cutanées. Par équivalence, l'utilisation des lunettes de protection contre les rayons ultraviolets pourrait être encouragée par des campagnes publicitaires qui lancent le profil des personnes « branchées et à la mode ». Pour ce faire, les publicistes font appel à des grandes vedettes du cinéma, de la télévision et du sport. C'est la raison pour laquelle les professionnels de la santé doivent tâter le pouls de leur époque et de ses exigences avant de procéder au lancement d'une campagne à l'instar de la SunSmart et de son fameux slogan « Slip, Slop, Slap and ... Wrap ».



CONCLUSIONS

La fréquence d'incidence des maladies cutanées et oculaires liées aux rayons ultraviolets augmente de façon alarmante. Selon les statistiques du projet InterSun de l'Organisation mondiale de la Santé, on enregistre chaque année de 2 à 3 millions de nouveaux cas de cancer cutané non mélanique ainsi que 132 000 cas de mélanome dans le monde entier. Parmi les 16 millions de cas de cécité attribués aux cataractes, environ 3 millions semblent être liés à une exposition excessive aux rayons ultraviolets.²⁸ On estime qu'au fil des ans, la réduction de l'épaisseur de la couche d'ozone de 10 % produira de 1,6 à 1,7 millions de cas de cataractes supplémentaires, 300 000 cas de cancer cutané non mélanique ainsi que 4 500 cas de mélanome²⁴. D'autre part, selon toujours InterSun, on pourrait faire baisser la fréquence des cancers cutanés d'environ 70 % si les jeunes de moins de 18 % utilisaient régulièrement des écrans solaires (FPS supérieur à 15).³⁰

En outre, si on respectait largement les consignes de protection oculaires contre les rayons ultraviolets, on constaterait une réduction importante des troubles liés au rayonnement ultraviolet, tels la cataracte sénile. Selon les statistiques proposées par le Dr Lichtenstein, si on arrivait à retarder de 10 ans la première apparition des maladies oculaires liées à l'âge, on serait en mesure de réduire de 50 % les cas de cataracte sénile, en épargnant la souffrance à plus de 18 millions de personnes. Un retardement de 20 ans pourrait faire baisser ce chiffre à un sixième des prévisions.

Les programmes d'éducation déjà en vigueur aux États-Unis sont bien louables. Ils n'arrivent pourtant pas à faire face aux besoins réels, étant donné qu'ils sont éparpillés et de vision restreinte. D'où la nécessité d'étendre leur champ d'action. Ils peuvent servir de modèle à des programmes nationaux institués à une échelle plus large et dans un avenir rapproché. La meilleure façon de conscientiser le public et les professionnels des soins de santé consiste à opter pour une approche multidisciplinaire. Cependant, afin de s'assurer de transmettre un message susceptible d'être capté par tous, un message convaincant et capté de tout le monde, il semble nécessaire d'y inclure la composante cosmétique et l'attrait que présente la mode pour mieux mettre en évidence l'appel à la vigilance et la protection des yeux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bernhard G, Mayer B, Seckmeyer G, Moise A. Measurements of spectral solar UV irradiance in tropical Australia. *J Geophys Res.* 1997;102(D7):8719-30.
2. Gies HP, Roy CR, Toomey S, Tomlinson D. The ARL Solar UVR Measurement Network: Calibration and Results. *S.P.I.E. Proc UV Technol V. San Diego*; 26-27 July 1994:274-84.
3. McKenzie RL. Application of a simple model to calculate latitudinal and hemispheric differences in ultraviolet radiation. *Weather and Climate.* 199;11:3-14.
4. McKenzie RL, Bodeker GE, Keep DE, Kotkamp M. UV radiation in New Zealand: North-to-South differences between two sites, and relationship to other latitudes. *Weather and Climate* 1996;16:17-26.
5. Organisation mondiale de la Santé. InterSun—Indice du rayonnement UV total. Disponible sur : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/who271/fr/index.html>. Version anglaise consultée le 15 octobre 2003.
6. US Environmental Protection Agency Sunwise School Program. Sunscreen—The Burning Facts. US EPA. EPA 430-F-01-015; mai 2001. Disponible sur : <http://www.epa.gov/sunwise/doc/sunscreen.pdf>. Consulté le 11 octobre 2003.
7. Cancer Incidence in Five Continents. In: Muir C, Waterhouse J, Mack T, Powell J, Whelan S, eds. Scientific Publication 88. Lyon: IARC; 1987.
8. Buettner PG, Raasch BA. Incidence rates of skin cancer in Townsville, Australia. *Int J Cancer.* 1998;78:587-93. (Photobiology Online). Disponible sur : <http://www.kumc.edu/POL/PAPHome/Vol70/rc70269.html>. Consulté le 16 septembre 2003.
9. The Cancer Council Victoria. SunSmart Program. Disponible sur : <http://www.sunsmart.com.au/>. Consulté le 19 septembre 2003.
10. Lee GA, Hirst LW, Sheehan M. Knowledge of sunlight effects on the eyes and protective behaviors in adolescents. *Ophthalmic Epidemiol.* 1999;6:171-80.
11. Montague M, Borland R, Sinclair C. SunSmart Twenty Years On. What can we learn from this successful health promotion campaign? A Summary. Juin 2001. Disponible sur : http://www.sunsmart.com.au/s/z_pdf/resources/SunSmart_20yrs_on.pdf. Consulté le 17 octobre 2003. .
12. Newspoll – Étude de marché. Menée entre le 4 et le 6 juillet 2003.
13. Kidsource OnLine: First Nationwide Study on Youth Sun Exposure Shows Need for More Protection. Le 18 juin 1999. Disponible sur : <http://www.kidsource.com/kidsource/content5/youth.sun.exposure.html>. Consulté le 16 septembre 2003.
14. Hall HI, Jones SE, Saraiya M. Prevalence and correlates of sunscreen use among US high school students. *J Sch Health.* 2001;71(9):453-7.
15. Geller AC, Colditz G, Oliveria S, et al. Use of sunscreen, sunburning rates, and tanning bed use among more than 10,000 US children and adolescents. *Pediatrics.* 2002;109:1009-14.
16. Baldy C, Greenstein V, Holopigian K, Seiple W, Stenson S. La lumière, la vue et les photochromiques. Pinellas Park, Fla: Transitions Optical, Inc; 2002:53.
17. Roberts JE. Ocular phototoxicity. *J Photochem Photobiol B.* 2001;64(2-3):136-43.
18. Baldy C, Greenstein V, Holopigian K, Seiple W, Stenson S. La lumière, la vue et les photochromiques. Pinellas Park, Fla: Transitions Optical, Inc; 2002:9.
19. American Optometric Association. Statement on Ocular Ultraviolet Radiation Hazards in Sunlight. Le 10 novembre 1993.
20. Taylor HR, West S, Munoz B, Rosenthal FS, Bressler SB, Bressler NM. The long-term effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol.* 1992;110:99-104.
21. West SK, Rosenthal FS, Bressler NM, et al. Exposure to sunlight and other risk factors for age-related macular degeneration. *Arch Ophthalmol.* 1989;107:875-79.
22. Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BE, Nondahl DM. Sunlight and the 5-year incidence of early age-related maculopathy: the beaver dam eye study. *Arch Ophthalmol.* 2001;119:246-50.
23. Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BE. Sunlight and age-related macular degeneration. The Beaver Dam Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 1993;111:514-18.
24. Organisation mondiale de la Santé. Le projet « Intersun Global UV ». Disponible sur : <http://www.who.int/peh-uv/IntersunPresentation/sld003.htm>. Consulté le 16 octobre 2003.
25. Vision Works Inc. Cataracts. Disponible sur : http://www.visionworksusa.com/disease.asp?d_num=2. Consulté le 28 janvier 2002.
26. Reid CD. Chemical Photosensitivity Another Reason to Be Careful in the Sun. Site Web de la US Food and Drug Administration. Disponible sur : http://www.fda.gov/fdac/features/496_sun.html. Consulté le 9 octobre 2003.
27. Miller D. Light Damage to the Eye. In: Yanoff M, Duker AS, eds. *Ophthalmology.* London: Mosby; 1999:2.4.1-2.4.5.
28. Lors d'une conversation avec Susan Stenson. Octobre 2003.
29. Organisation mondiale de la Santé. Le projet « Intersun Global UV ». Disponible sur : <http://www.who.int/peh-uv/IntersunPresentation/sld004.htm>. Consulté le 26 octobre 2003.
30. Organisation mondiale de la Santé. Le projet « Intersun Global UV ». Disponible sur : <http://www.who.int/peh-uv/IntersunPresentation/sld010.htm>. Consulté le 17 octobre 2003.

31. Young RW. Sunlight and age-related eye disease. J Natl Med Assoc. 1992; 84:353-8.

32. Site Web de la Société canadienne d'ophtalmologie. Programmes et services. Énoncés de principes — Les rayons ultraviolets et l'œil. Disponible sur : <http://www.eyesite.ca/français/programmes-et-services/enonces-de-principes/ultraviolets-oeil.htm>. Version anglaise du site consultée le 15 octobre 2003.

33. Organisation mondiale de la Santé. L'indice universel de rayonnement UV solaire – Guide pratique. Recommandation conjointe des organismes suivants : Organisation mondiale de la Santé, Organisation Météorologique Mondiale, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Commission internationale pour la Protection contre les Rayonnements non ionisants. (WHO/SDE/OEH/02.2). 2002. Disponible sur : www.who.int/uv/publications/fr/uvifre.pdf
Version anglaise consultée le 4 octobre 2003.

34. Baldy C, Greenstein V, Holopigian K, Seiple W, Stenson S. La lumière, la vue et les photochromiques. Pinellas Park, Fla: Transitions Optical, Inc; 2002:11.

35. ACS News Center ; le site Web de l'American Cancer Society. Slip! Slop! Slap! ACS Helps Launch National Program to Shed Light on Skin Cancer. Disponible sur : http://www.cancer.org/docroot/NWS/content/NWS_5_1x_Slip__Slop__Slap_.asp. Consulté le 29 septembre 2003.

36. ACS News Center ; le site Web de l'American Cancer Society. Sun Safety Makes Headway in the Classroom GatorSHADE Brings Kids on Board. Disponible sur : http://www.cancer.org/docroot/NWS/content/NWS_1_1x_Sun_Safety_Makes__Headway_in_the_Classroom.asp. Consulté le 29 septembre 2003.

37. Relevé de recherche d'International Communications. Du 10 au 14 avril 2002.