

1882 (14)

*Critères
d'hygiène de
l'environnement 14*

Rayonnement ultraviolet

*Résumé
d'orientation*

Publié par l'Organisation mondiale de la Santé
en liaison avec le
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Pour donner suite à un certain nombre de résolutions de l'Assemblée mondiale de la Santé, et compte tenu des recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain tenue à Stockholm en 1972 et de celles du Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), on a entrepris en 1973 un programme intégré de grande envergure consacré à l'évaluation des effets de la pollution de l'environnement sur la santé. Connu sous le nom de Programme OMS des critères d'hygiène de l'environnement, il est mis en œuvre avec l'appui du Fonds du PNUE pour l'environnement. En 1980, le Programme des critères d'hygiène de l'environnement a été incorporé dans un programme de plus grande ampleur, le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) que patronnent conjointement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, l'Organisation internationale du Travail et l'Organisation mondiale de la Santé. Les travaux réalisés dans le cadre du programme ont abouti à la publication d'une série de documents sur les critères d'hygiène de l'environnement.

Chaque document de la série consiste en une mise au point scientifique approfondie sur des polluants ou des groupes de polluants particuliers de l'environnement. Il fournit toute une gamme de renseignements, depuis la nature des sources et la valeur des niveaux d'exposition jusqu'à un exposé détaillé des données disponibles au sujet des effets de ces polluants sur la santé humaine. Des projets rédactionnels sont préparés pour le compte de l'OMS par des experts ou des institutions nationales, puis soumis à l'examen approfondi, d'une part de représentants des quelques 25 Etats membres participant au Programme, d'autre part d'un ou de plusieurs groupes internationaux d'experts (*groupes de travail*). Un objectif important du programme consiste dans l'évaluation des données disponibles sur les rapports entre l'exposition à certains polluants environnementaux (ou à d'autres facteurs physiques et chimiques) et la santé humaine *en vue de fournir des directives garantissant la compatibilité entre les limites d'exposition fixées et la protection de la santé publique*.

Pour faciliter l'application de ces directives dans le cadre des programmes nationaux de protection de l'environnement, l'OMS a décidé de faire rédiger des «résumés d'orientation» où l'accent serait mis, parmi toutes les données présentées dans les documents *in extenso*, sur celles qui sont utiles aux spécialistes qui ont besoin de connaître les problèmes sanitaires en cause sans entrer dans le détail des aspects scientifiques.

Les résumés d'orientation reproduisent les directives d'exposition qui figurent dans les documents relatifs aux critères établis par les groupes de travail, ainsi que les principales données relatives aux effets sanitaires. On s'est efforcé d'éviter toute divergence par rapport aux données présentées dans les documents *in extenso*. Pour certains d'entre eux, particulièrement lorsque leur publication remonte à trois ou quatre ans, ce souci a conduit à l'exclusion des données nouvelles éventuellement publiées depuis la réunion des groupes de travail correspondants. Ces données seront prises en considération lorsque les documents relatifs aux critères et les résumés d'orientation seront revus et corrigés.

Les observations du lecteur au sujet des difficultés éventuelles rencontrées dans l'utilisation des données figurant dans les résumés d'orientation sont les bienvenues. Elles doivent être communiquées à l'adresse suivante:

Division de l'hygiène de l'environnement,
Organisation mondiale de la Santé,
1211 Genève 27,
Suisse

RAYONNEMENT ULTRAVIOLET*

1. Introduction

Le rayonnement ultraviolet (UVR) consiste en radiations qui, par leur longueur d'onde, se situent au-delà de l'extrémité violette de la partie visible du spectre électromagnétique.

Le soleil constitue la principale source naturelle d'UVR. Selon la latitude et la concentration de l'ozone dans la stratosphère, la plus courte longueur d'onde mesurée dans le rayonnement solaire (à midi, près de l'équateur) est de l'ordre de 290 nm. L'émission artificielle d'UVR s'obtient en portant n'importe quel matériau à plus de 2500 K; il existe de nombreux processus industriels qui comportent l'émission accessoire d'énergie dans cette partie du spectre. Du fait des propriétés germicides de certaines portions du spectre, on se sert de sources artificielles d'UVR dans les hôpitaux, les laboratoires biologiques et les écoles.

2. Le spectre de l'UVR et sa mesure

On peut distinguer dans le spectre de l'UVR (200-400 nm) trois régions qui diffèrent notablement par les effets biologiques produits:

l'UV-A, de 320 à 400 nm: UV long ou «lumière noire»

l'UV-B, de 280 à 320 nm: UV moyen ou rayons bronzants

l'UV-C, de 200 à 280 nm: UV court ou rayons germicides.

Les radiations de longueur d'onde inférieure à 200 nm sont sans grande importance sur le plan biologique car elles sont rapidement absorbées par l'air.

Détection chimique

Le détecteur couramment utilisé en spectroscopie UV est la plaque photographique car les émulsions ordinaires sont sensibles aux longueurs d'onde comprises entre 280 et 500 nm. A condition que les conditions d'exposition et de développement soient minutieusement contrôlées, l'emploi d'un dosimètre permet de mesurer l'intensité du

* Résumé de *Rayonnement ultraviolet*, Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1980, 118 pages (Critères d'hygiène de l'environnement 14, publié sous la triple égide du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, de l'Organisation mondiale de la Santé et de l'Association internationale pour la Protection contre les Radiations).

rayonnement d'après le degré d'impression de la plaque. Pour mesurer l'irradiation, on peut faire appel à des substances chimiques qui subissent une altération mesurable sous l'effet de l'UVR, mais ces méthodes sont lentes, laborieuses et sensibles à la température et aux traces d'impuretés.

Détecteurs physiques

Les détecteurs radiométriques fondés sur l'effet thermique du rayonnement ne sont pas très sensibles à l'UVR et servent surtout à l'étalonnage d'autres instruments. La sensibilité des instruments photoélectriques varie selon la longueur d'onde du rayonnement mais, en général, elle est très supérieure à celle des détecteurs radiométriques. Ce type de détecteur est le plus utile pour une mesure quantitative rapide du rayonnement.

Pour pouvoir imposer le respect des normes proposées en matière d'exposition professionnelle à l'UVR, il faudrait disposer d'instruments portatifs comportant un dosimètre intégrateur dans la gamme de 200-320 nm. Des dispositifs personnels de surveillance du rayonnement UV-B permettraient d'étudier, au sein d'une population, la fraction de la dose d'UVR naturel reçue quotidiennement par les personnes exposées.

3. Effets biologiques

Les radiations de l'UV-C peuvent avoir sur la peau et sur l'œil des effets déplaisants, mais généralement sans gravité. En revanche, les effets biologiques de l'UV-B sont extrêmement nocifs pour les organismes vivants et de nombreux travaux ont insisté sur le caractère indispensable d'une protection contre ce rayonnement. On est beaucoup moins bien renseigné sur les effets biologiques de l'UV-A. Ils peuvent renforcer ceux de l'UV-B et, en présence de certains agents chimiques, des doses d'UV-A qui, à elles seules, seraient inactives deviennent capables d'induire des lésions tissulaires et de déterminer des effets photo-toxiques et photo-allergiques.

Les effets, aigus ou chroniques, de l'UVR intéressent principalement les yeux et la peau. Les effets oculaires aigus sont la photokératite et la photoconjonctivite qui sont généralement réversibles, tandis que les effets oculaires chroniques se manifestent par un ptérygion,

un cancer des cellules malpighiennes de la conjonctive et, éventuellement, une cataracte. Le signe des effets cutanés aigus est un érythème solaire (ou «coup de soleil») qui, lorsqu'il est grave, peut entraîner une boursouffure et une destruction de l'épiderme accompagnées d'une infection secondaire et d'effets généraux analogues à ceux d'une brûlure thermique du premier ou du deuxième degré. Quant aux altérations cutanées chroniques, elles comportent un vieillissement (élastose solaire), des modifications pré-malignes (kératoses d'origine actinique) et des tumeurs cutanées malignes.

Le seul effet bénéfique de l'UVR sur la peau qui ait été solidement établi est la conversion du déshydro-7 cholestérol en vitamine D₃. L'absence prolongée d'exposition de la peau à l'UVR solaire rend impossible l'activation naturelle de la vitamine D, d'où une carence qui se traduit par le rachitisme et les caries dentaires ainsi que par un affaiblissement important des défenses de l'organisme, lequel devient vulnérable à de nombreuses maladies. Rares sont les modifications du tableau pathologique que l'on peut attribuer aux seuls effets de l'UVR car, s'il est vrai que diverses maladies ont un cycle saisonnier, il existe de nombreux autres paramètres climatiques qui varient avec la saison. Il est intéressant de noter que plusieurs formes de tuberculose cutanée et d'infections cutanées étaient traitées par l'UVR avant la découverte des antibiotiques.

D'après diverses données, la tolérance de l'organisme vis-à-vis des produits chimiques, notamment des agents cancérogènes, dépend dans une certaine mesure du degré d'exposition à l'UVR.

4. Evaluation des dangers pour la santé de l'homme

Une observation capitale déjà ancienne réside dans la différence importante des doses requises pour produire un érythème (rougeur cutanée) léger ou maximal aux diverses longueurs d'onde. Pour l'érythème solaire ou «coup de soleil», les expériences montrent que le véritable pic du spectre d'action se situe entre 290 et 294 nm. Pour la kératoconjunctivite, les courbes dose-réponse sont essentiellement les mêmes que celles de l'érythème, à ceci près que le spectre d'action a son maximum à 270 nm environ. Heureusement, les rayons solaires de longueur d'onde supérieure à 290 nm sont bien absorbés par l'ozone stratosphérique. Si de nombreuses observations indiquent que la photolésion cutanée induite par l'UVR est le principal facteur étiologique du cancer de la peau, on n'a pas encore établi de façon très rigoureuse de corrélation entre l'incidence des tumeurs cutanées malignes et le niveau de l'irradiation solaire.

Chez l'homme, les principaux risques découlant pour la santé de l'exposition à l'UVR naturel sont liés à une exposition chronique, excessive et peu judicieuse au rayonnement solaire. La latitude, la saison, la hauteur du soleil sur l'horizon, la couverture nuageuse et l'albédo de la surface du sol sont autant de paramètres qui influent sur la composition spectrale et l'intensité de l'UVR solaire. Environ les deux tiers de l'UV-B (UVR solaire producteur d'érythème) atteignent la surface terrestre entre 10 h et 14 h.

Il existe au niveau de la peau divers mécanismes de protection naturelle contre l'UVR, à savoir l'accroissement de la production d'un pigment cutané, la mélanine, et l'épaississement de la couche cornée extérieure. L'apparition d'altérations sous l'action de l'UVR dépend non seulement de la dose reçue mais également, et de façon importante, du patrimoine génétique de l'individu, notamment de la capacité de pigmentation de sa peau. Plus des deux tiers de la population mondiale sont constitués de sujets à peau plus ou moins foncée chez qui le risque d'altérations secondaires à l'exposition à l'UVR — par exemple un vieillissement précoce ou un cancer cutané — est faible, alors qu'il est très important chez les sujets à peau claire vivant sous les tropiques. Bien que le cancer de la peau soit rarement fatal (à l'exception du mélanome malin), il constitue un fardeau social par la perte de main-d'œuvre et les frais médicaux qu'il entraîne.

L'interaction de l'UVR de diverses longueurs d'onde, surtout de l'UV-A (320-400 nm), avec des agents chimiques naturels ou artificiels peut conduire à divers effets délétères que n'ont ni l'UVR ni les agents chimiques agissant seuls. Les agents phototoxiques contenus dans le zeste de la plupart des agrumes et dans de nombreux végétaux à feuilles vertes provoquent parfois des réactions aiguës inattendues à l'UVR, rappelant un coup de soleil. De même, il existe un risque de phototoxicité oculaire et cutanée aiguë chez les ouvriers qui manipulent des goudrons et de la créosote. Le déversement dans l'environnement de produits chimiques photoactifs artificiels se développe; on a signalé dans l'industrie des épidémies graves, malgré leur ampleur réduite, de réactions photoallergiques provoquées par des additifs du savon, des antibiotiques, des médicaments et, plus récemment, des encres d'imprimerie ou diverses autres substances.

L'exposition professionnelle à des sources artificielles d'UVR a lieu soit par inadvertance, lorsqu'il s'agit de sources émettant ce

rayonnement comme sous-produit, soit délibérément quand les sources sont conçues pour émettre ces rayons dont on veut utiliser les propriétés. L'importance de l'exposition dépend de la composition spectrale de l'UVR, de l'intensité du rayonnement, de la distance par rapport à la source, des dispositifs de protection (blindage), etc., et doit être déterminée dans chaque cas d'espèce. L'observation directe ne permet pas de savoir à quel moment une protection contre l'UVR s'impose, étant donné que ce rayonnement est invisible. Des cas de kératite se produisent dans l'industrie par suite de l'exposition à l'UVR émis par les appareils de soudage à l'arc, les lampes à arc sous haute pression, etc., mais l'amélioration des mesures de protection a fait disparaître les cataractes d'origine professionnelle.

5. Directives de protection sanitaire

La mise au point de critères visant à fixer les limites inférieure et supérieure d'exposition à l'UVR naturel ou artificiel est extrêmement difficile pour de multiples raisons, dont les suivantes:

1) Les effets tant aigus que chroniques de l'UVR varient selon les longueurs d'onde des radiations qui le composent.

2) Les différences de composition spectrale sont considérables, aussi bien pour la lumière artificielle émise par les diverses sources que pour la lumière solaire sous différentes latitudes.

3) La sensibilité cutanée à l'UVR est très inégale selon les individus, par suite d'effets génétiques, environnementaux et d'adaptation, et, chez un même sujet, elle varie selon les époques.

4) La distinction entre la dose d'UVR nécessaire à l'entretien de la vie et la plus faible dose d'UVR ayant des effets nocifs graves est difficile à établir.

Exposition à l'UVR solaire

La majorité des personnes ne supportent d'être exposées plusieurs heures au soleil qu'après une période d'adaptation pendant laquelle l'exposition ne doit pas dépasser 4 doses érythémales minimales par jour sans protection. (L'effet le plus bénin résultant d'une dose minimale consiste dans un érythème cutané qui apparaît 1 à 6 heures

après l'exposition à l'UVR: vu qu'il existe des différences individuelles considérables, les «unités érythémales» sont impossibles à déterminer avec la même rigueur que des unités physiques.) Par conséquent, l'exposition initiale en région tropicale ne doit pas dépasser 1 heure par jour et, en n'importe quel lieu, elle doit être réduite au minimum entre 10 h et 14 h.

Exposition professionnelle à l'UVR artificiel

Pour l'exposition professionnelle à l'UVR, il n'existe pas de limites internationalement reconnues qui tiennent compte des effets aigus et du risque de développement cancéreux tardif. Jusqu'ici, les seules limites existantes ont été proposées aux Etats-Unis d'Amérique par le National Institute for Occupational Safety and Health. Elles sont fondées sur la dose érythémale minimale et sur la dose photokératitique minimale entraînant la production d'effets aigus et elles concernent uniquement les sources émettrices d'UVR essentiellement monochromatique. Dans le cas d'une source à large bande, l'exposition maximale admissible doit être calculée par sommation des contributions relatives de chaque longueur d'onde.

Pour protéger les personnes proches d'une source d'UVR artificiel, il est recommandé d'observer les précautions suivantes:

- 1) Veiller à la bonne conception des installations émettrices d'UVR et prévoir des enveloppes adéquates.
- 2) En cas d'impossibilité d'un confinement efficace de l'UVR, utiliser des lunettes et/ou des écrans faciaux bien ajustés, ainsi que des vêtements opaques à l'UVR.
- 3) Prendre les précautions voulues pour éviter une exposition nocive.
- 4) Prévoir le déclenchement d'un signal lumineux ou sonore pour signaler qu'une source d'UVR n'émettant pratiquement pas de radiations visibles est en fonctionnement.
- 5) Prévoir une ventilation suffisante ou un système d'élimination de l'ozone car les sources puissantes émettrices d'UVR en ondes courtes peuvent produire de l'ozone.

Exposition à l'UVR artificiel au domicile et lors des activités récréatives

La population générale s'expose volontairement à des sources d'UVR intense, principalement à des fins hygiéniques et cosmétiques. Les yeux doivent être correctement protégés contre l'irradiation et chaque exposition doit avoir une durée limitée. Divers appareils en vente libre émettent des quantités importantes d'UVR, tout au moins si leur enveloppe protectrice est endommagée.

Dispositifs et moyens de protection

Les «écrans solaires», c'est-à-dire les préparations destinées à protéger la peau du soleil, sont en général de nature chimique et agissent par absorption du rayonnement, lequel est ensuite dissipé à un niveau d'énergie plus faible. A condition que la couche appliquée soit suffisamment épaisse et adhère bien à la peau, le porteur est protégé en toutes circonstances.

Les vêtements en usage dans les climats chauds ne sont généralement pas parfaitement absorbants. La chemise blanche habituelle peut transmettre jusqu'à 20% de l'UVR. Les localisations les plus fréquentes du cancer de la peau sont orientées vers le haut, de sorte qu'un chapeau est indispensable quand le soleil est vif pour assurer une protection, ne serait-ce que partielle, du nez et du bas du visage.

A l'ombre d'un bâtiment, l'irradiation solaire nocive est réduite en plein jour des trois quarts. Pourtant, les peaux claires sont brûlées en une heure environ, même sans exposition directe au soleil. Hors de la période de 10 h à 14 h, l'exposition quotidienne tombe à un tiers seulement du total.

**Autres titres parus dans la série des
«Critères d'hygiène de l'environnement»**

1. Mercure
2. Polychlorobiphényles et polychloroterphényles
3. Plomb
4. Oxydes d'azote
5. Nitrates, nitrites et composés *N*-nitroso
6. Principes et méthodes d'évaluation de la toxicité des produits chimiques. Partie I
7. Oxydants photochimiques
8. Oxydes de soufre et particules en suspension
9. DDT et dérivés
10. Sulfure de carbone
11. Mycotoxines
12. Le bruit
13. Monoxyde de carbone
14. Rayonnement ultraviolet
15. Etain et organostanniques
16. Fréquences radioélectriques et hyperfréquences
17. Le manganèse
18. Arsenic
19. Sulfure d'hydrogène
20. Quelques dérivés du pétrole (*en préparation*)