

Programme de Recherche International sur la Santé, le Rayonnement UV Solaire et les Changements Environnementaux (INTERSUN)

The International Research Program on Health, Solar UV Radiation and Environmental Changes

Dr B.K. ARMSTRONG (*)

RÉSUMÉ

Le programme de recherche sur la santé, le rayonnement UV solaire et les changements environnementaux (INTERSUN) a pour but d'évaluer de façon précise le rapport quantitatif entre le rayonnement UV solaire au niveau du sol et ses effets sur la santé humaine, d'élaborer des prédictions fiables sur les conséquences pour la santé des changements du rayonnement UV, de fournir des estimations de base de l'incidence des effets sur la santé du rayonnement UV dans des populations représentatives dans le monde entier, et de mettre au point des dispositions pratiques pour contrôler le changement de ces effets dans le temps par rapport aux changements environnementaux et comportementaux. Pour atteindre ces objectifs, on emploiera une démarche de corrélation géographique multicentrique. Elle consistera à mesurer l'irradiance UV au sol, l'incidence du cancer cutané non mélanocytaire, l'incidence et la mortalité par mélanome malin, enfin, la prévalence de la cataracte, et la réponse immunitaire dans la population (si l'on peut identifier des mesures convenables), les marqueurs biologiques de l'exposition aux UV et ses effets cancérigènes précoces, la sensibilité constitutionnelle au soleil et le comportement actuel et passé vis-à-vis du soleil dans 12 à 15 centres répartis dans le monde. Des enquêtes répétées, à cinq ans d'intervalle entre elles, permettront de dégager des tendances dans les mesures appliquées à la population. La mise au point et la mise en œuvre du concept INTERSUN a réalisé certains progrès, mais son développement complet dépendra d'un financement important et régulier.

ABSTRACT

The International Research Programme on Health, Solar UV Radiation and Environmental Change is a collaborative project of the International Agency for Research on Cancer (IARC), the Division of Environmental Health of the World Health Organization (WHO) and the United Nations Environment Programme (UNEP) aimed at accurately evaluating the quantitative relationship between solar ultra violet (UV) radiation at the surface of the earth and human health effects, developing reliable predictions of the health consequences of changes in UV, providing baseline estimates of the incidence of health of UV in representative populations around the world, and developing practical ways of monitoring change in these effects over time in relation to environmental and behavioural change. It is intended to identify 12 to 15 centres covering a range of latitudes in different hemispheres in which will be measured ground level UV irradiance, incidence of non-melanocytic skin cancer, incidence and mortality from malignant, prevalence of cataract, and population measures of immune response (if suitable measures can be identified), biological markers of UV exposure and its early carcinogenic effects, constitutional sensitivity to the sun and present and past sun-related behaviour. In addition, case-control or cross-sectional studies will be undertaken in these centres of the relationships between skin cancers, cataract and immune response and constitutional sensitivity to the sun, lifetime exposure to the sun, and biological markers of UV exposure and early carcinogenic effects. Recurrent surveys at five yearly intervals will allow trends in population measurements to be established. A data base has been established of sites monitoring ground level UV irradiance and a protocol prepared for valid statistical analysis of measured UV irradiance trends. Pilot case-control studies are being undertaken to validate UV-induced mutations in skin as markers of cumulative exposure to UV radiation and predictors of risk of skin cancer. An international, multicentre, cross-sectional study of UV exposure and ocular cataract is being planned. Full development of the INTERSUN concept, however, will depend on the acquisition of substantial and ongoing funding.

(*) *Directeur adjoint, Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), 150, Cours Albert-Thomas, 69372 Lyon Cedex 08 (France).*

Introduction

Le programme de recherche international sur la santé, le rayonnement UV solaire et les changements environnementaux est un projet collectif du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), de la Division de l'Hygiène du Milieu de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), et du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Ses objectifs généraux sont d'évaluer de façon précise le rapport quantitatif entre le rayonnement UV solaire au niveau du sol et ses effets sur la santé humaine, d'élaborer des précisions fiables sur les conséquences pour la santé des changements du rayonnement UV, de fournir des estimations de base de l'incidence des effets sur la santé du rayonnement UV dans des populations représentatives dans le monde entier, et de mettre au point des dispositions pratiques pour contrôler le changement de ces effets dans le temps par rapport aux changements environnementaux et comportementaux. Ce programme de recherche favorisera considérablement les actions politiques en matière d'environnement et de santé publique, face à la raréfaction de l'ozone stratosphérique, et permettra de contrôler les effets de ces politiques.

Généralités

INTERSUN est né de la préoccupation internationale pour les conséquences potentielles de la raréfaction de l'ozone stratosphérique sur la santé. Entre 1978 et 1990, cette raréfaction a progressé à une moyenne de 0,26 % par an entre les latitudes 65 °S et 65 °N (STOLARSKI *et al.*, 1991) et l'on peut s'attendre à un mouvement de diminution comparable ou même supérieur au cours des années 90 [Organisation météorologique mondiale (OMM), 1991]. L'ozone stratosphérique étant le filtre atmosphérique principal contre le rayonnement UV à ondes courtes, une raréfaction de cette ampleur provoquera presque certainement une augmentation de l'irradiance UV à la surface de la terre (en l'absence de changements compensateurs dans la couverture nuageuse, l'ozone troposphérique ou d'autres facteurs qui filtrent aussi les UV). Les tendances observées dans la raréfaction de l'ozone entraînent des augmentations des taux d'irradiance biologiquement efficaces de 5 % par décennie à 30 °N et 30 °S, de 11 % dans la région du pôle Nord et de 40 % à 80 °S [Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), 1991]. L'augmentation relative de cette irradiance ne sera pas uniforme sur toute la terre mais se concentrera très probablement dans les parties les plus méridionales des continents africain, sud-américain et australien, ainsi que dans les latitudes moyennes (30° à 60 °N) en Europe, en Asie et en Amérique du Nord (MADRONICH, 1992).

Une augmentation de l'irradiance UV à la surface de la terre entraînera une augmentation des effets nocifs du rayonnement UV pour la santé. Ces conséquences nocives comprennent le cancer cutané non mélanocytaire et le mélanome malin (IAR, 1992), les cataractes corticales et subcapsulaires postérieures (TAYLOR *et al.*, 1998 ; BOSCHOW *et al.*, 1989) et autres lésions oculaires telles que la photokératite aiguë (TAYLOR, 1988 ; SLINEY, 1986) et le ptérygion (TAYLOR ; MORAN ET HOLLOWES, 1984 ; TAYLOR, 1989 ; TAYLOR *et al.*, 1989) et, éventuellement, la suppression de l'immunité cutanée et systémique (PNUE, 1991). Si l'on sait peu de choses de l'importance pour la santé des effets du rayonnement UV du point de vue immunologique, l'éventualité que ce rayonnement puisse entraîner une baisse de l'efficacité de la vaccination ou une susceptibilité accrue aux infections ne peut pas être écartée (PNUE, 1991). En outre, certaines indications portent à penser que certains virus, y compris le VIH, peuvent être activés par le rayonnement UV (WALLACE et LASKER, 1992). De la sorte, une augmentation de l'irradiance UV pourrait accroître l'incidence des maladies infectieuses.

Face à des augmentations presque certaines de l'irradiance UV à la surface de la terre, et pour des raisons de politique de santé publique et de gestion de l'environnement, il est important de formuler des prévisions quantitatives bien étayées quant aux impacts sanitaires de ces augmentations ; et d'organiser et de mettre en œuvre ou d'améliorer la surveillance de l'exposition des populations humaines au rayonnement UV solaire et des effets de cette exposition sur la santé.

A l'heure actuelle, l'information nécessaire pour prédire l'impact sur la santé de la raréfaction de l'ozone stratosphérique et pour surveiller les variations de l'irradiance UV dont elle est responsable, ainsi que les adaptations comportementales et les conséquences sanitaires qui peuvent en découler, est grandement insuffisante.

Il n'existe pas de réseau mondial ni même national de centres qui ait la capacité de mesurer d'une façon normalisée et en continu l'irradiance UV, par spectrométrie à larges bandes et à bandes minces dans les zones peuplées. Si l'on peut estimer l'irradiance UV au niveau du sol dans le monde entier grâce aux relevés des spectromètres sur satellite « Total Ozone Mapping » (TOMS) et aux modèles informatiques appropriés (FREDERICK et LUBIN, 1988 ; MADRONICH, 1992), ces estimations n'ont pas encore été validées par rapport aux mesures réelles du rayonnement UV au sol ; de plus, une comparaison même limitée avec les relevés radiométriques Robertson-Berger (un radiomètre UV à large spectre) n'a pas montré de corrélation constante (FREDERICK et WEATHERHEAD, 1992). Diverses institutions en Allemagne, aux Etats-Unis, au Royaume-Uni et dans les pays nordiques préparent des réseaux autonomes de surveillance

de l'irradiance UV (GIBSON, 1992 ; DRISCOLL *et al.*, 1992 ; AFEAS, 1992 ; STEINMETZ, 1993), et l'on fait quelques tentatives pour normaliser les mesures dans différentes parties de l'Europe (GARDINER et KIRSCH, 1992). Cependant, ces timides démarches en direction d'une surveillance adéquate de l'irradiance UV à la surface de la terre n'ont pas encore pris en compte les besoins de surveillance en matière de santé publique.

On s'est déjà efforcé de prévoir l'ampleur de l'augmentation de l'incidence du cancer cutané non mélanocytaire et du mélanome malin comme résultant de changements particuliers dans l'irradiance UV (SCOTTO et FEARS, 1987 ; MOAN *et al.*, 1989 ; PITCHER et LONGSTRETH, 1991 ; PNUE, 1991 ; MOAN et DAHLBACK, 1992). Ces prévisions sont cependant d'une validité douteuse en raison du manque de rapport *numérique* bien établi entre l'irradiance UV à la surface de la terre et l'incidence de ces cancers cutanés, et seront donc probablement de médiocres guides en matière de politique de santé publique et de l'environnement (ARMSTRONG, 1993). Les prévisions de changements dans l'incidence ou la prévalence des troubles oculaires (PNUE, 1989) sont encore moins sûres et on ne peut à l'heure actuelle fonder de prédiction quant aux conséquences immunologiques d'une augmentation de l'irradiance UV sur aucune base solide.

Il n'existe, en outre, aujourd'hui, aucun dispositif bien établi de surveillance des comportements vis-à-vis du soleil et des conséquences sanitaires du rayonnement UV solaire qui puisse indiquer que les démarches de santé publique, mises en œuvre pour parer aux conséquences sanitaires de la raréfaction de l'ozone stratosphérique, ont été adéquates ou non. Parmi les effets de ce phénomène sur la santé, seule l'incidence du mélanome malin se trouve mesurée largement et potentiellement de façon exacte (MUIR *et al.*, 1987). Si l'on mesure l'incidence des cancers cutanés non mélanocytaires dans un certain nombre de registres du cancer (*ibid.*), ces mesures ne sont pas précises (voir par exemple PIERARD-FRANCHIMONT *et al.*, 1988 ; ROBERTS, 1990 ; COEBERGH *et al.*, 1991) et ne peuvent donc pas être exploitées à des fins de surveillance en santé publique. Il n'existe aucun programme de mesure normalisée et répétée des effets oculaires ou immunologiques du rayonnement UV dans quelque population que ce soit.

Des recommandations ont été formulées par un certain nombre d'institutions pour remédier aux déficiences relevées dans les systèmes d'information et de surveillance essentiels en santé publique (SCOPE, 1992 ; PNUE, 1989, 1991 ; OMS, 1992). Plus récemment, et plus remarquablement sans doute, la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, qui s'est tenue à Rio de Janeiro en juin 1992, a recommandé que des programmes d'action déterminés au niveau national, et bénéficiant d'une assistance, d'une co-

ordination et d'un soutien internationaux, où c'est nécessaire, entreprennent d'urgence une recherche sur les effets sur la santé humaine du rayonnement UV croissant qui atteint la surface de la terre à cause de la raréfaction de la couche d'ozone stratosphérique (Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, 1992). C'est précisément là la vocation d'INTERSUN.

Objectifs particuliers

À la lumière de ce qui précède, se dégagent les objectifs particuliers d'INTERSUN ;

- Décrire de façon précise et quantitative le rapport entre l'irradiance UV solaire au niveau du sol et l'incidence des cancers cutanés et autres conséquences sanitaires (notamment les lésions oculaires et les effets sur le système immunitaire) du rayonnement UV dans les populations humaines.

- Estimer de façon précise le changement intervenant dans la manifestation des effets sur la santé du rayonnement UV résultant du changement de l'irradiance UV au niveau du sol dû à un changement environnemental.

- Mieux comprendre le rapport entre le risque personnel quant aux effets sanitaires du rayonnement UV et la sensibilité constitutionnelle au soleil et les comportements liés au soleil.

- Elaborer et valider des procédés appropriés de contrôle de l'exposition humaine au rayonnement UV et de ses conséquences sanitaires.

- Mettre en place un réseau de centres contrôlant les tendances de l'irradiance UV solaire au niveau du sol, l'exposition des populations au Soleil, et les manifestations sanitaires du rayonnement UV.

- Interpréter ces tendances, dans la mesure du possible, par rapport aux changements environnementaux, aux changements des comportements humains, et à la mise en œuvre de politiques visant à minimiser les effets du changement environnemental ou de l'exposition au rayonnement UV solaire.

- Fournir une base de travail pour la conception et l'évaluation d'interventions visant à réduire la manifestation des effets nocifs du rayonnement UV solaire sur la santé.

Démarche

Lors d'une réunion d'experts, en octobre 1992 à Lyon, il a été recommandé que « C'est une démarche par corrélation géographique qui devrait former une des stratégies de recherches centrales pour la description quantitative précise du rapport entre l'irradiance UV solaire au niveau du sol et la

manifestation d'effets sur la santé, et l'estimation du changement sur les conséquences sanitaires qui résulteraient d'un changement environnemental. Dans cette démarche géographique, la manifestation des effets sur la santé du rayonnement UV dans des populations réparties à travers une large bande latitudinale, corrigée le cas échéant en fonction des différences de sensibilité constitutionnelle au soleil et en fonction des différents comportements vis-à-vis du soleil, sera corrélée aux mesures de l'irradiance UV ambiante ». La mise en œuvre de cette démarche se fera dans l'ordre suivant :

- Identifier 12 à 15 centres d'étude couvrant un certain nombre de latitudes dans différents pays des deux hémisphères. Ces centres devraient pouvoir s'appuyer sur des registres du cancer au sein de la population fonctionnant bien et sur un groupe de chercheurs disponibles et ayant la capacité et l'intérêt d'entreprendre les études nécessaires.

- Mesurer, dans chaque centre, l'irradiance UV au sol, l'incidence du cancer cutané non mélanocytaire, l'incidence et la mortalité par mélanome malin, la prévalence de la cataracte, et mesurer la réponse immunitaire dans la population (si des mesures convenables peuvent être identifiées), les marqueurs biologiques de l'exposition aux UV et ses effets cancérigènes précoces, la sensibilité constitutionnelle au soleil et le comportement actuel et passé vis-à-vis du soleil.

- Mener des études cas-témoins et transversales des relations entre les cancers cutanés, la cataracte et la réponse immunitaire et sensibilité constitutionnelle au soleil, exposition solaire au cours de la vie entière, et marqueurs biologiques de l'exposition aux UV et ses effets cancérigènes précoces.

- Corréler l'incidence ou la prévalence des conséquences sanitaires des UV et l'irradiance UV telle qu'elle a été mesurée, prenant en compte l'âge, le sexe et les effets des différences de sensibilité constitutionnelle au soleil et des comportements vis-à-vis du soleil dans la population.

- A partir des résultats des études cas-témoins, évaluer la validité des mesures des marqueurs biologiques comme alternative éventuelle à la mesure de l'incidence du cancer cutané, à des fins de surveillance.

Dans les études cas-témoins, analyser en détail le rapport des variables constitutionnelles et du comportement vis-à-vis du soleil avec les conséquences sanitaires des UV, en s'intéressant particulièrement aux implications possibles pour les stratégies de prévention.

- Examiner les tendances des variables mesurées sur cinq ans, en entreprenant les études de population au début et à la fin d'une période de cinq ans, et formuler des recommandations concernant les méthodes de surveillance à l'avenir.

Exécution

Une réunion d'experts s'est tenue à Lyon, du 19 au 21 octobre 1992, pour passer en revue INTERSUN et ses origines et pour formuler des conseils sur les méthodes à employer pour mettre ce projet en œuvre. Ces experts ont accepté la démarche générale telle qu'elle est proposée plus haut et recommandé que le projet soit mené à bien. La documentation de fond, préparée pour cette réunion, corrigée de façon à rendre compte de la discussion, ainsi que le rapport de la réunion, ont été publiés (KRICKER *et al.*, 1993).

Entre mai et août 1993, on a travaillé à Lyon à l'élaboration d'une base de données de tous les sites connus dans le monde où l'on mesure en permanence l'irradiance UV au niveau du sol, par spectrométrie à larges bandes et à bandes minces (WEATHERHEAD, 1993). Cette base de données sera publiée sur papier et sous la forme d'une carte. Un projet de protocole décrit une démarche statistiquement valide de l'analyse des tendances directement mesurées de l'irradiance UV au niveau du sol. Ce protocole est en cours d'application à des ensembles de données recueillies avec soin sur l'irradiance UV, et couvrant cinq années d'observation ou plus.

On effectue des études cas-témoins pilotes pour valider l'utilisation de mutations du gène p53 spécifiques aux UV dans la peau normale comme marqueurs d'une exposition cumulée au soleil et comme prédicteur de risque de cancer cutané non mélanocytaire et de mélanome cutané. Précisément, des biopsies cutanées ont été collectées auprès de participants à une étude cas-témoins du cancer cutané non mélanocytaire, effectuée à Geraldton, en Australie Occidentale (KRICKER *et al.*, 1991). L'analyse de ces échantillons à la recherche de mutations du gène p53 (NAKAZAWA *et al.*, sous presse) est en cours à Lyon. Les biopsies cutanées sont également collectées auprès d'échantillons de malades et de témoins, dans une étude cas-témoins sur le mélanome, effectuée à Hawaï. L'analyse de ces échantillons devrait commencer dès 1994.

Ce marqueur biologique, ou un autre du même type, peut se révéler plus important pour l'étude INTERSUN qu'on ne le croyait au départ. Le projet initial consistait à mesurer l'incidence du cancer cutané non mélanocytaire au sein de populations participantes grâce à deux enquêtes de prévalence menées à cinq années d'intervalle, dans des échantillons de population de grande taille, choisis de façon aléatoire. Pendant ces cinq ans, les sujets devaient être régulièrement contactés pour permettre de déterminer le nombre de nouveaux cas de cancer cutané ; ces derniers, ainsi que les cas de prévalence diagnostiqués lors de la seconde enquête, chez les membres de l'échantillon de la première enquête, devaient constituer les nouveaux malades pour l'estimation d'incidence.

Cette démarche a été testée à Geraldton (Australie Occidentale), la seconde enquête ayant été entreprise en août 1992. Si les résultats de cette étude pilote ne sont pas encore disponibles, il semble cependant probable que dans les populations où l'incidence est faible, la taille des échantillons de population nécessaires à une bonne application de cette démarche serait trop importante pour être gérable : de l'ordre de 15 000 sujets ou plus.

Si cela se révèle être le cas, une autre démarche pourrait être d'établir l'association géographique entre l'irradiance UV ambiante et la prévalence du biomarqueur. Aussi n'aurait-on besoin que de petits échantillons de population. Si l'association entre le biomarqueur et le risque de cancer cutané était alors établi par des études cas-témoins, une liaison entre l'étude géographique et les études sur les individus pourrait donner une estimation quantitative précise de l'association de l'irradiance UV ambiante et l'incidence de cancer cutané non mélanocytaire. La mesure de la prévalence du biomarqueur pourrait aussi se révéler la meilleure façon de surveiller les tendances chronologiques de l'impact de l'exposition aux UV sur la peau.

Il apparaît alors qu'une grande partie des résultats de cette étude dépend de la validité du biomarqueur en cours d'évaluation, ou d'un autre biomarqueur, et les éléments multicentriques touchant au cancer cutané dans l'étude INTERSUN ne seront pas lancés jusqu'à ce que cette validité soit prouvée.

Une consultation non officielle sur les effets du rayonnement solaire sur l'œil s'est tenue au Siège de l'OMS à Genève du 30 août au 3 septembre 1993, qui a étudié, entre autres, quels types d'étude de la cataracte pourraient être menés dans le cadre d'INTERSUN. Il a été recommandé qu'une étude transversale, multicentrique au sein de la population sur le rapport entre la cataracte et le rayonnement UV devrait être menée à bien. Chaque centre participant travaillerait à un protocole commun, dans la mesure du possible. L'étude aurait comme objectif d'établir avec certitude si l'exposition oculaire au rayonnement UV provoque la cataracte, et, dans l'affirmative, de quantifier le rapport dose-réponse ; de mesurer la prévalence de l'exposition oculaire aux UV à différents niveaux dans les populations en général, évaluer les facteurs influant sur l'exposition et pouvant être importants pour la prévention et évaluer le risque attribuable au rayonnement UV et ses facteurs d'influence ; d'établir la prévalence de la cataracte dans différents groupes géographiques, ethniques et sociaux, de façon à créer une base de travail pour des études de tendances à venir ; et d'estimer l'impact probable de la raréfaction de la couche d'ozone sur l'incidence de la cataracte dans différentes populations, comme au niveau mondial. Ce projet sera coordonné conjointement par le programme de prévention de la cécité et le programme de prévention de la pollution de l'environnement, Division de l'Hygiène du Milieu de l'OMS.

Il est prévu qu'un groupe d'experts se réunisse au début de 1994 pour formuler des recommandations sur une procédure internationalement uniforme de classement et d'enregistrement des degrés d'opacité cristallinienne et pour poursuivre le développement du protocole de l'étude multicentrique.

Orientations

La responsabilité de la coordination d'INTER-SUN sera confiée au programme de lutte contre la pollution de l'environnement, de la Division de l'Hygiène du Milieu de l'OMS, à la fin 1993. Ce travail sera entrepris sous le mandat qu'a reçu l'OMS de la part de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, de mettre en œuvre les recommandations portant sur l'environnement et la santé figurant au chapitre 6 de « l'Agenda 21 ».

Pour faire suite aux initiatives prises par l'Agence américaine de protection de l'environnement (Environmental Protection Agency), par un groupe d'évaluation et de surveillance du rayonnement UV financé par l'industrie, et par des chercheurs individuels du ministère américain de l'énergie (Department of Energy), il est probable qu'une ou plusieurs réunions auront lieu en 1994 pour étudier le rapport entre le rayonnement UV, le fonctionnement du système immunitaire et l'apparition de maladies infectieuses, et pour recommander des stratégies de recherche qui s'intéresseront tout particulièrement à la question suivante : une augmentation de l'irradiance UV au niveau du sol peut-elle modifier l'incidence des maladies infectieuses chez l'homme ? Ces réunions peuvent changer la façon dont les mesures de la fonction immunologique ou de l'incidence des maladies infectieuses peuvent être incorporées à INTERSUN.

A l'heure actuelle, INTERSUN ne bénéficie pas de parrainage financier particulier. L'Agence américaine de protection de l'environnement, son homologue japonaise et le CIRC ont avancé les fonds de démarrage pour les activités qui ont eu lieu jusqu'à présent. On escompte un soutien supplémentaire de la part du PNUE en 1994-1995. Ces sommes n'ont pas été suffisantes pour assurer un secrétariat régulier et à plein temps pour INTERSUN, qui permette le développement et la mise en œuvre complète de ce concept. Ce problème, joint à la nécessité de retarder la mise en œuvre de l'élément cancer cutané d'INTER-SUN jusqu'à ce qu'un biomarqueur satisfaisant ait été validé, laisse penser que le projet dans son ensemble ne sera probablement pas mis en œuvre avant 1996.

Sera-t-il trop tard ? Je ne le pense pas. Les indications dont nous disposons suggèrent que l'accumulation de chlore dans la stratosphère atteindra un point culminant autour de l'an 2000 et, si le protocole de Montréal est respecté, diminuera

lentement pour atteindre le niveau des années 70 vers l'an 2080 environ (OMM, 1992). L'ozone stratosphérique devrait donc atteindre son minimum vers l'an 2000, et donc l'irradiance UV au niveau du sol un niveau maximum correspondant, à peu près au même moment. Le Dr Sacha Madronich, du Centre national américain pour la recherche atmosphérique a calculé que si l'on atteignait une réduction de 95 % des émissions de CFC en 2000 (le protocole de Montréal réclame une réduction de 100 % d'ici à 1998), l'irradiance UV au sol atteindrait son maximum dans les régions tempérées au cours de l'an 2000 dans l'hémisphère sud et autour de l'an 2010 dans l'hémisphère nord (S. Madronich, communication personnelle). Par la suite, ces niveaux ne diminueront que lentement et resteront sensiblement plus élevés que ceux des années 70 jusqu'en 2040. En outre, les effets chroniques les plus graves de l'exposition aux UV (mélanome cutané, cancer cutané non mélanocytaire et cataracte) se caractérisent par de longues périodes de latence, de l'ordre de 30 ans ou plus, entre le début de l'exposition aux UV et l'apparition de la maladie. Ainsi, les changements d'incidence de ces maladies ne seront probablement pas décelables avant l'an 2000 et ne se stabiliseront probablement pas avant le milieu du vingt et unième siècle. INTERSUN est donc une initiative opportune et, si le projet est mis en œuvre, demeurera actuel et restera une source d'informations pour les 50 ans à venir au moins.

Références

- AFEAS. UV-B monitoring workshop : a review of the science and status of measuring and monitoring programs. Science and Policy Associates, Washington, 1992.
- ARMSTRONG B.K. Implications of increased solar UVB for cancer incidence. In Chanin M-L (ed), The Role of the Stratosphere in Global Change. NATO ASI Series, Series I, Global Environmental Change, Vol. 8, Springer Verlag, Heidelberg, 1993, 517-540.
- CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT. Protection de l'atmosphère. Chapitre 9 de l'Agenda 21 (exemplaire avant tirage). Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, Couches (Suisse), 1992.
- DRISCOLL C.M.H., WHILLOCK M.J., DEAN S.F., PEARSON A.J., GALL A., RAWLINSON A.I. et MCKINLAY A.F. Solar radiation measurements at three sites in the UK, May 1990-April 1991. NRPB, Chilton, Royaume-Uni, 1992.
- FREDERICK J.E. et LUBIN D. The budget of biologically active ultraviolet radiation in the earth-atmosphere system. *J. Geophys. Res.*, 93, 1988, 3825-3832.
- FREDERICK J.E. et WEATHERHEAD E.C. Temporal changes in surface ultraviolet radiation : a study of the Robertson-Berger meter and Dobson data records. *Photochem Photobiol.*, 1992, 56, 123-131.
- GARDINER B.G., KIRSCH P.J. (eds). European inter-comparison of ultraviolet spectrometers. Panorama, Greece, 3-12 July 1991. STEP Project 76, Commission des Communautés européennes, Bruxelles, 1992.
- GIBSON J. (ed). Recommendations of the UV-B monitoring workshop. Criteria for status-and-trends monitoring of ultraviolet (UV) radiation. USDA, Boulder, Colorado, 1992.
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 55 : Solar and UV-radiation. IARC, Lyon, 1992.
- KRICKER A., ARMSTRONG B.K., ENGLISH D.R. et HEENAN P.J. Pigmentary and cutaneous risk factors for non-melanocytic skin cancer. A case control study. *Int. J. Cancer*, 1991, 48, 650-662.
- KRICKER A., ARMSTRONG B.K., JONES M.E. et BURTON R.C. Health, Solar UV Radiation and Environmental Change. IARC Technical Report 13. International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1993.
- MADRONICH S. Implications of recent total atmospheric ozone measurements for biologically active radiation reaching the earth's surface. *Geophys. Res. Letters*, 1992, 19, 37-40.
- MOAN J., DAHLBACK A., HENRIKSEN T. et MAGNUS K. Biological amplification factor for sunlight-induced nonmelanoma skin cancer at high latitudes. *Cancer Res.* 1989, 49, 5207-5212.
- MOAN J. et DAHLBACK A. The relationship between skin cancers, solar radiation and ozone depletion. *Brit. J. Cancer*, 1992, 65, 916-921.
- MORAN J. et HOLLOWES F.C. Pterygium and ultraviolet radiation : a positive correlation. *Br. J. Ophthalmol.*, 1984, 68, 343-346.
- MUIR C., WATERHOUSE J., MACK T., POWELL J. et WHELAN S. (eds). Cancer Incidence in Five Continents. Volume 5. IARC, Lyon, 1987.
- NAKAZAWA H., ENGLISH D., RANDELL P.L., NAKAZAWA K., MARTEL N., ARMSTRONG B.K. et YAMASAKI H. UV and skin cancer ; specific p53 gene mutation in normal skin as a biologically relevant exposure measurement. *Proc. Natl Acad. Sci., USA*, sous presse.
- ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE. Évaluation scientifique de la rarification de l'ozone, 1991. Projet mondial de recherche et de surveillance de l'ozone. Rapport n° 25, OMM, Genève, 1991.
- ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE. L'OMM et le problème de l'ozone, Genève, 1992.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. Our Planet Our Health. Rapport de la Commission OMS sur la Santé et l'Environnement. OMS, Genève, 1992, p. 269.
- PIERARD-FRANCHIMONT C. et PIERARD G.E. Rates of epidermal carcinomas in the Mosan region of Belgium. *Dermatologica*, 1988, 177, 76-81.

- PITCHER H. et LONGSTRETH J. Melanoma mortality and exposure to ultraviolet radiation : An empirical relationship. *Environ. Int.*, 1991, 17, 7-21.
- ROBERTS D.L. Incidence of non-melanoma skin cancer in West Glamorgan, South Wales. *Brit. J. Dermatol.*, 1990, 122, 399-403.
- SCOTTO J. et FEARS T.R. The association of solar ultraviolet and skin melanoma incidence among Caucasians in the United States. *Cancer Invest.*, 1987, 5, 275-283.
- SLINEY D.H. Physical factors in cataractogenesis : ambient ultraviolet radiation and temperature. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 1986, 27, 781-790.
- STEINMETZ M. UV monitoring in Germany. Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, Allemagne, 1993.
- STOLARSKI R.S., BLOOMFIELD P., MCPETERS R.D. et HERMAN J.R. Total ozone trends deduced from Nimbus 7 TOMS data. *Geophys. Res. Letters* 1991, 18, 1015-1018.
- TAYLOR H.R. Aetiology of climatic droplet keratopathy and pterygium. *Br. J. Ophthalmol.*, 1980, 64, 154-163.
- TAYLOR H.R. The biological effects of UV-B on the eye. *Photochem. Photobiol.*, 1989, 50, 489-492.
- TAYLOR H.R., WEST S.K., ROSENTHAL F.S., MUÑOZ B., NEWLAND H.S. ABBEY H. et EMMETT E.A. Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. *New. Engl. J. Med.*, 1988, 319, 1429-1433.
- TAYLOR H.R., WEST S.K., ROSENTHAL F.S., MUÑOZ B., NEWLAND H.S. et EMMETT E.A. Corneal changes associated with chronic UV irradiation. *Arch. Ophthalmol.*, 1989, 107, 1481-1484.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME ENVIRONMENTAL EFFECTS PANEL. Environmental effects panel report. UNEP, Nairobi, Kenya, 1989.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME ENVIRONMENTAL EFFECTS PANEL. Environmental effects of ozone depletion : 1991 update. UNEP, Nairobi, Kenya, 1991.
- WALLACE B.M. et LASKER J.S. UV light and HIV gene activation. *Science*, 1992, 257, 1211-1212.
- WEATHERHEAD E.C., KRICJER A. et ARMSTRONG B. UV : Global locations and data analysis for health monitoring. NATO Advanced Research Workshop, Stratospheric Ozone Depletion/UV-B Radiation in the Biosphere. Gainesville, Florida, June 14-18, 1993.

Mots-clés

Cancer de la peau, cataracte, réponse immunitaire, rayonnement UV solaire, changements environnementaux.

JOURNÉE D'ÉTUDE DU CITEPA

22 novembre 1994

à l'UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER
16, rue Jean-Rey, 75015 PARIS

(avant-projet)

Le CITEPA propose pour cette journée, à laquelle nous inviterons, bien sûr, M. le Ministre de l'Environnement, un programme basé sur les actions internationales et nationales contre la pollution atmosphérique :

- les protocoles ou renouvellements dans le cadre de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (*Convention de Genève*) qui feront appel à la notion de charges critiques (retombées maximum que peuvent supporter les milieux récepteurs de SO₂, NOx) ;

- les actions en cours ou futures de l'Union Européenne : révision de la Directive sur les grandes installations de combustion, projet de directive sur les combustibles liquides, autres directives en préparation ;

- les actions de la France dans le cadre ci-dessus et les projets propres à notre pays.

Une deuxième partie présentera les moyens techniques à mettre en œuvre pour faire face à moyen et long terme aux exigences exprimées par les futures réglementations européennes et françaises, se traduisant par des réductions drastiques des émissions polluantes, et des rendements thermiques élevés qui iront dans le sens exigé par la lutte contre les risques liés à l'aggravation de l'effet de serre. Les réalisations et projets français seront décrits.