# Dispositif de prévention et surveillance des complications oculaires liées à l'observation de l'éclipse solaire totale du 11 août 1999 en France


## Auteurs

**Dr Denis Coulombier**
Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice

**Dr Philippe Malfait**
Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice

**Dr Gilles Dixsault**
Direction Générale de la Santé, Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, Paris

**Dr Pierre Espinoza**
Réseau Sentinelle Urgence, Hôtel-Dieu, Paris

## Contributeurs

**Pr Yves Pouliquen**
Académie Nationale de Médecine, Paris

**Dr Bahram Bodaghi**
Service d'ophtalmologie, Hôpital de la Pitié-Salpétrière, Paris

**Dr Joseph Bursztyn**
Service d'ophtalmologie, Hôpital de la Pitié-Salpétrière, Paris

**Dr Delphine Cantin-Bertaux**
Réseau Sentinelle Urgence, Hôtel-Dieu, Paris

**Dr Fabrice Mathy**
Réseau Sentinelle Urgence, Hôtel-Dieu, Paris



## Avec l'appui de :

la Société Française des Ophtalmologistes,

le Syndicat National des Ophtalmologistes de France

le Collège des Universitaires

Remerciements aux laboratoires Essilor and Pharmacia Upjohn pour leur aide dans l'organisation des publipostages.

# Introduction

Le 11 août 1999, entre 11h30 et 12h30, une éclipse totale du soleil a été observée sur le territoire français. La bande de totalité a intéressé une zone d'une centaine de kilomètres de large au nord de Paris et s'est déplacée de Cherbourg à Strasbourg. Elle a touché principalement les régions Haute-Normandie, Basse-Normandie, Picardie, Champagne-Ardenne, Lorraine et Alsace. L'éclipse était partielle sur le reste du territoire français avec un minimum de 80 % d'occultation dans le sud-est. Ce phénomène astronomique exceptionnel posait un problème de santé publique important, du fait des risques liés à son observation sans moyens adéquats de protection et du nombre considérable d'individus potentiellement exposés dans une période estivale de plein ensoleillement.

L'observation sans précaution d'une éclipse de soleil est susceptible d'entraîner des lésions ophtalmologiques graves et irréversibles, en raison de l'apparition de brûlures rétiniennes après observation directe de la lumière solaire intense. La rétine est naturellement protégée des radiations ultraviolettes de longueur d'onde inférieure à 380 nanomètres (UVB et UVA courts) et des radiations infrarouges de longueur d'onde supérieure à 1400 nanomètres, car ces radiations sont arrêtées au niveau des éléments antérieurs de l'œil : cornée, cristallin et milieu intérieur de l'œil. Mais l'exposition de la rétine à des radiations dont la longueur d'onde se situe entre ces deux valeurs peut être responsable de lésions parfois irréversibles [1, 2, 3].

Il suffit d'une exposition de courte durée pour observer de telles lésions : moins d'une minute d'observation sans protection. Des lésions rétiniennes peuvent être observées pour des durées d'exposition inférieures en cas d'atteinte rétinienne préexistante. Le risque d'atteinte rétinienne est aussi plus élevé chez les enfants, en raison d'une transmission optique plus importante au niveau des éléments antérieurs de l'œil. Une observation discontinue, sous forme d'observations répétées de courte durée, est susceptible d'entraîner les mêmes lésions en raison d'une accumulation d'agressions successives et répétées de la rétine. Ces lésions sont dues essentiellement à l'exposition aux rayonnements infrarouges courts, de longueur d'onde située entre 500 et 1400 nanomètres, contenus dans le rayonnement solaire. La lumière visible et les ultraviolets courts sont également responsables d'une rétinopathie photochimique liée à des phénomènes photo oxydatifs, ainsi qu'a des phénomènes de photo coagulation par transformation de la lumière incidente en chaleur au niveau de la rétine. Ces lésions ne s'accompagnent d'aucune douleur ou symptôme initial et ce n'est que quelques heures, voire jusqu'à plusieurs jours, après l'exposition, qu'apparaissent des signes cliniques à type de troubles visuels ou de diminution de l'acuité visuelle. Ces troubles peuvent régresser lentement sans séquelles ou laisser des séquelles à type de diminution irréversible de l'acuité visuelle pouvant aller jusqu'à la cécité [4, 5, 6].

Au cours des dernières décennies, la littérature médicale a rapporté la survenue de plusieurs dizaines voire plusieurs centaines de cas de pertes ou d'altérations sévères de la vision consécutives à l'observation d'éclipses [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Ce sont le plus souvent des lésions rétiniennes, quoique de très rares auteurs mentionnent la survenue de kératites ponctuées superficielles [12].
Ainsi, l'Académie Nationale de Médecine dans sa séance du 30 juin 1998 [1] a exprimé un vœu relatif aux moyens de protection à utiliser, c'est à dire l'utilisation de filtres optiques ayant une densité optique égale ou supérieure à 5, qu'il s'agisse de verres de soudeur d'échelon 12 à 16, ou de lunettes spéciales en polyester aluminé ou en polymère noir. Il était rappelé que d'autres moyens de protection classiquement utilisés n'offraient pas une protection suffisante : film photographique ou radiologique, verre fumé, etc.

La dernière éclipse totale de soleil visible en France avait eu lieu le 15 février 1961 et n'avait touché qu'une faible superficie de l'extrémité sud du territoire en début de matinée. D'autres éclipses partielles ont été observées depuis sur notre territoire, notamment celle du 12 octobre 1996 [5]. La survenue de chaque éclipse de soleil étant prévue de longue date, une réflexion a été initiée au niveau des autorités de l'Etat dès 1997. Ainsi, une commission interministérielle chargée de la gestion de l'éclipse du 11 août 1999 avait été mise en place début 1997. Cette commission sera cependant dissoute quelques mois plus tard après avoir initié les premiers axes de réflexion.

Le 26 février 1998 se produisait une éclipse totale de soleil en Guadeloupe. A cette occasion le préfet a mis en place, à l'échelle du département, un dispositif de prévention et d'information large du public associant tous les services de l'Etat dans le département, les élus locaux et les organismes chargés du tourisme. A cette occasion ont été organisés des sites d'observation disposant d'un encadrement. L'information du public s'est faite sous la forme d'affiches distribuées par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS), ainsi que sous forme de communiqués de presse du préfet. La distribution de lunettes spéciales a été encadrée par la Direction Départementale de la Concurrence, du Contrôle et de la Répression des Fraudes (DDCCRF), avec notamment la consignation sous douane de 110 000 lunettes dépourvues de documents d'homologation. Le service d'ophtalmologie du CHR de Pointe-à-Pitre, qui avait été largement associé à la campagne d'information, n'a pas eu à déplorer d'accident à type de rétinopathie après cette éclipse. Le nombre de lunettes disponibles pour la population de la Guadeloupe à cette occasion a été estimé à une paire de lunettes pour 3 à 4 personnes.

En octobre 1998, forts des résultats de cette campagne menée au niveau d'un département d'outre mer, le Secrétariat d'Etat à la santé et à l'action sociale a alors engagé avec les associations d'astronomie, les associations de vulgarisation scientifiques et de prévention des maladies ophtalmologiques, une réflexion sur les moyens à mettre en œuvre pour protéger la population. Cette réflexion, menée dans le cadre d'un comité de pilotage créé en janvier 1999 et réunissant ces associations et toutes les administrations de l'Etat concernées, a conclu à la nécessité :
– d'assurer l'information de la population par une campagne nationale de communication menée par les pouvoirs publics ;
– de favoriser la mise à disposition de lunettes spéciales d'observation directe du soleil, à un coût acceptable pour une large diffusion ;
– de mettre en place le jour de l'éclipse et les jours suivants un dispositif de veille sanitaire et de mise en alerte de tous les services d'ophtalmologie hospitaliers ;
– de mettre en place un recueil d'information portant sur les accidents graves, afin d'évaluer l'efficacité du dispositif de prévention. L'Institut de veille sanitaire (InVS) a été chargé de l'organisation de ce recueil actif d'information.

En collaboration avec le Réseau Sentinelle Urgences (RSU), l'InVS a élaboré et mis en place un dispositif national de surveillance des complications oculaires liées à l'observation de l'éclipse. Cette surveillance a reçu le soutien du Syndicat National des Ophtalmologistes de France, de la Société Française d'Ophtalmologie, du Collège des Universitaires et des laboratoires privés.
Les objectifs de cette surveillance étaient les suivants :
– mesurer le nombre d'atteintes oculaires attribuables à l'observation de l'éclipse ;
– décrire les caractéristiques cliniques de ces atteintes ;
– identifier les moyens de protection utilisés par ces patients.

# Matériels et méthodes

## Dispositif et prévention

Le comité de pilotage a estimé initialement à 35 millions le nombre de lunettes nécessaires à la protection de la population, compte tenu du fait que toutes les personnes présentes sur le territoire ne regarderaient pas l'éclipse et qu'une même paire de lunettes pouvait être partagée par plusieurs personnes.
Le comité de pilotage a élaboré un protocole d'accord, proposé à tous les fabricants et distributeurs de lunettes qui souhaitaient s'y associer (annexe 1). Ce protocole d'accord définissait un cahier des charges précis pour les lunettes spéciales, en référence à la norme européenne EN 169 : 1992, relative aux filtres pour le soudage et techniques connexes [13]. Il était plus contraignant que l'application stricte de la directive CE n∞ 89-686 du 21 décembre 1989, relative aux équipements de protection individuels (certification CE), en imposant notamment aux signataires l'obligation de mettre en place un contrôle de qualité au cours de la fabrication. Il associait les signataires du protocole aux actions de prévention et d'information du public. Il fixait pour les lunettes distribuées dans le cadre de ce protocole un prix maximum conseillé de 5 Francs. Les lunettes distribuées dans le cadre de ce protocole portaient le logo du secrétariat d'Etat à la santé.

En mars 1999, le comité de pilotage a défini les objectifs de la campagne d'information du public et élaboré un plan de communication et de mise à disposition du public des lunettes spéciales, en partenariat avec des associations et les collectivités territoriales. Les ministres concernés, les maires, les présidents de Conseils généraux et de Conseils régionaux ont été directement sollicités par le secrétaire d'Etat à la santé et à l'action sociale et par le Directeur général de la santé en avril et mai 1999, afin qu'ils s'associent à la campagne nationale de prévention menée par les pouvoirs publics.

Les premières informations destinées au grand public ont été diffusées par la voie d'un communiqué de presse du secrétaire d'Etat à la santé et à l'action sociale le 7 avril 1999 (annexe 2). Cette opération a fait ensuite l'objet d'une information par voie de circulaire adressée à tous les préfets le 20 mai 1999 [14]. Il leur était demandé de développer au niveau de leur département les actions définies au niveau national et de mettre en place un dispositif de veille sanitaire active, avec la mise en alerte des services d'ophtalmologie le jour de l'éclipse et les jours suivants, ainsi que la mise en place de contrôles sanitaires. Cette circulaire rappelait également les règles de droit relatives à la mise sur le marché de lunettes spéciales et la nécessité de contrôler la conformité des lunettes mises sur le marché (annexe 2).
Au cours du mois de juin, les documents d'information du public destinés à une diffusion par voie d'affichage, de presse, de radio et de télévision ont été élaborés avec le concours du Comité Français d'Education pour la Santé (CFES) et d'une agence de communication. Leur diffusion a été organisée à partir du 15 juillet.

## Surveillance des complications oculaires

La surveillance a concerné la population présente sur le territoire français le 11 août 1999. Le protocole d'étude a été validé par un Conseil Scientifique (annexe 3). Un cas de complication oculaire était défini comme un patient ayant consulté un ophtalmologiste exerçant en France pour un trouble oculaire lié à l'observation de l'éclipse.

- Un cas de rétinopathie était défini comme toute personne, ayant ressenti des symptômes oculaires dans les 8 jours suivant l'observation de l'éclipse et présentant une atteinte de la rétine à type d'œdème, de brûlure ou de cicatrice de brûlure maculaire ou fovéolaire, avec ou sans baisse de l'acuité visuelle, vérifiée au fond d'œil et reliée à l'observation de l'éclipse par un ophtalmologiste.

- Un cas de rétinopathie grave était défini comme : un cas de rétinopathie défini ci-dessus, avec une acuité visuelle ≤ 2/10ème lors de l'examen clinique initial, chez un patient n'ayant pas d'antécédent de baisse d'acuité visuelle connu.

- Un cas d'atteinte de la cornée était défini comme toute personne, ayant ressenti des symptômes oculaires dans les 4 jours suivant l'observation de l'éclipse et présentant une kératite, vérifié à l'examen et reliée à l'observation de l'éclipse par un ophtalmologiste.

Les informations concernant les cas ont été colligées sur un formulaire standardisé comprenant des questions fermées, volontairement limitées afin de permettre une

meilleure exhaustivité et réactivité du système (annexe 4). Les données d'examens complémentaires (angiographie, champ visuel) n'ont pas été recueillies dans ce but, ce recueil étant prévu dans le cadre d'une étude ultérieure. Le formulaire a été adressé, accompagné d'un courrier expliquant les objectifs de la surveillance et un résumé du protocole, aux 5400 ophtalmologistes exerçant en France, en cabinet libéral ou dans les services hospitaliers. Les 500 services hospitaliers d'urgences ont été mobilisés de la même manière par le RSU.

Les informations collectées, respectant l'anonymat du patient, concernaient : 1) les caractéristiques du patient : âge, sexe, profession, département de résidence, département d'observation de l'éclipse ; 2) la description de l'examen clinique initial : antécédents de pathologie oculaire et de migraine, motif de consultation, types de symptômes ressentis (baisse de l'acuité visuelle, scotomes, post-images, difficulté pour lire, métamorphopsies, douleurs orbitaires ou péri-orbitaires, céphalées, etc.) et délai d'apparition des symptômes, mesure de l'acuité visuelle au moment de la consultation et antérieure si connue ; résultat du fond d'œil, diagnostic porté ; 3) les moyens de protection utilisés : lunettes spéciales "éclipse" marquées CE, verre de soudeur (avec numéro d'échelon), pellicules photographiques, disque CD, verre noirci à la flamme, lunettes de soleil normales, miroir ; 4) les pratiques lors de l'éclipse : photographie, utilisation d'un télescope ou de jumelles ; 5) les sources éventuelles d'information sur les risques encourus. Ce formulaire était transmis par télécopie ou courrier à l'InVS. Une permanence téléphonique a été mise en place pour apporter un soutien technique à toutes les questions des ophtalmologistes qui pouvaient se poser suite à l'éclipse.

L'analyse a été réalisée en utilisant le logiciel Epiinfo 6.04c [15]. Les variables quantitatives ont été comparées par des tests de Wilcoxon Mann-Withney ou de Kruskal-Wallis et les variables qualitatives par le test du Chi2 selon les conditions d'application. Les données ont été recoupées avec les données cartographiques de couverture nuageuse fournies par Météo-France.

En décembre 1999, un publipostage a été adressé à tous les ophtalmologistes libéraux et hospitaliers, leur indiquant la clôture de la collecte d'information, et leur demandant de confirmer le nombre de patients présentant une complication oculaire, suite à l'observation de l'éclipse (annexe 5). Le même publipostage a été adressé aux services d'urgences et notamment aux différents correspondants ophtalmologistes publics ou privés, travaillant en collaboration avec les services d'urgences hospitaliers (ce qui a permis d'établir la cartographie des urgences ophtalmologiques - annexe 5).

# Résultats

## Dispositif de prévention

Six fabricants ou importateurs, français ou étrangers ont répondu à la proposition d'action conjointe avec les pouvoirs publics, en signant le protocole d'accord élaboré par le comité de pilotage.

Quelques jours avant l'éclipse, 30,6 millions de lunettes avaient été diffusées par les partenaires de l'opération, signataires du protocole et autres partenaires directs. Les modalités de distribution ont fait l'objet d'une analyse spécifique : cette diffusion s'est faite :

- soit sous forme de mise sur le marché à titre payant ou gratuit dans le cadre d'opérations publicitaires (presse) ;
- soit sous forme de mise à disposition gratuite dans le cadre des manifestations organisées par diverses associations ou collectivités locales le jour de l'éclipse ;
- soit encore sous forme de distribution par l'Etat dans les centres de vacances ou pour les personnes défavorisées à hauteur de 1,5 millions de lunettes (annexe 6).

En plus des 30,6 millions de lunettes, 4,4 millions de lunettes susceptibles de présenter des défauts, en raison de non-conformité d'une partie des lots, avaient été retirées du marché le 31 juillet.

Au total 12 millions de tracts d'information ont été diffusés dont 2 millions en anglais, distribués par le réseau associatif des DDASS (1,1 millions), dans les pharmacies (5,5 millions), dans les établissements du secteur touristique (1,4 millions), les fédérations hôtelières, les bureaux de poste (1 million), les aéroports et certains magasins de la grande distribution.
Sept cent mille affichettes ont été imprimées au format 40 cm /60 cm, destinées notamment à être apposées dans les pharmacies, les bureaux de poste et les structures

d'accueil touristiques. Cette campagne d'information a été complétée du 2 au 11 août par une campagne d'affichage dans le métro, les grandes gares et les grandes villes, grâce à la mise à disposition de 2000 panneaux d'affichage 3m x 4m, ainsi que par une campagne d'information massive menée par les principales stations de radio et de télévision du 31 juillet au 2 août. Un cédérom a été édité à cet effet, contenant des messages d'alerte génériques en français, anglais et allemand, ainsi que des entretiens avec des ophtalmologistes et un astronome. Ce cédérom a été adressé aux dix principaux réseaux radiophoniques français.

Le financement de la campagne d'information a été assuré par le service d'information du Gouvernement à hauteur de 4 MF, par la Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Sociaux (CNAMTS) à hauteur de 0,95 MF, par la Mutualité Française à hauteur de 0,4 MF et par le CFES à hauteur de 50.000F, pour un total de 5,4 MF. L'évaluation de cette campagne d'information a montré que les seuls messages diffusés par 10 stations de radio à couverture nationale avaient touché 74 % de la population générale, avec en moyenne 4,4 occasions d'entendre les messages pour les plus de 15 ans [16].

## Surveillance des complications oculaires

Le nombre de personnes ayant regardé l'éclipse en France n'est pas connu. Selon les estimations du Secrétariat d'Etat à la Santé et aux Handicapés, 30 millions de personnes ont observé le phénomène dans toute sa durée, auquel s'ajoutent 20 millions de personnes qui, un moment donné, ont observé l'éclipse de soleil.

Au total, 816 ophtalmologistes (15 % des 5 400 ophtalmologistes) ont fourni des informations, incluant les déclarations de "zéro cas", au système de surveillance. Un total de 1 024 consultations liées à l'éclipse solaire a été notifié par 220 ophtalmologistes exerçant dans 69 départements français (72,5 % des départements français métropolitains). Cinquante cinq pour cent des ophtalmologistes avaient une activité libérale. Le dernier publipostage de décembre 1999, auquel 596 ophtalmologistes ont répondu, a permis de recueillir 4 déclarations de complications oculaires liées à l'éclipse, non déclarées précédemment. Parmi les 1024 patients ayant consulté, 147 (14 %) patients présentaient une atteinte de la rétine, 106 (10 %) une atteinte de la cornée, 29 (3 %) un phénomène de post-image, 12 (1 %) un scotome isolé et 4 un décollement postérieur du vitrée.

### *Rétinopathies solaires*

Soixante-cinq pour cent (96/147) des patients présentant une atteinte de la rétine, répondant à la définition de cas, avaient une baisse de l'acuité visuelle vérifiée à l'examen. Parmi ceux-ci, 17 (18 %) étaient victimes d'une atteinte grave (acuité visuelle ≤ 2/10ème) dont 7 avec une atteinte bilatérale. Parmi les 130 cas pour lesquels l'information est disponible, 52 % étaient des femmes. L'âge moyen des cas était de 30 ans, avec une médiane à 29 ans et une étendue allant de 9 à 79 ans. La tranche d'âge la plus représentée était celle des 15-29 ans, suivie par les 30-44 ans (Tableau 1). Il n'existe pas de différence entre la distribution par sexe et groupe d'âge selon le niveau d'atteinte rétinienne (respectivement p = 0,53 et p = 0,42).

Tableau 1
**Distribution des patients présentant une atteinte rétinienne et cornéenne par tranche d'âge, France, 1999**

| Groupe d'âge | Atteinte rétinienne Nombre | % | Atteinte cornéenne Nombre | % |
|---|---|---|---|---|
| 0-14 ans | 11 | 7.5 % | 6 | 5.7 % |
| 15-29 ans | 57 | 38.8 % | 23 | 21.7 % |
| 30-44 ans | 49 | 33.3 % | 34 | 32.1 % |
| 45 ans et plus | 13 | 8.8 % | 26 | 24.5 % |
| Non précisé | 17 | 11.6 % | 17 | 16.0 % |
| **Total** | **147** | **100 %** | **106** | **100 %** |

Lors de la consultation initiale, 62 % (82 sur 133 documentés) des patients se plaignaient d'une baisse de l'acuité visuelle, 33 % d'une gêne à la lecture et 12 % de métamorphopsies. La majorité des patients a ressenti des symptômes dans les 24 heures suivant l'exposition (Tableau 2), avec une moyenne de 25 heures et une médiane à 17 heures. Si le délai d'apparition des symptômes tend à être plus court lorsque la gravité de la baisse de l'acuité visuelle augmente, la différence n'est pas statistiquement significative (p = 0,68).

Tableau 2
**Distribution des patients présentant une atteinte rétinienne et cornéenne selon le délai d'apparition des symptômes, France, 1999.**

| Délai d'apparition des symptômes | Atteinte rétinienne Nombre | % | Atteinte cornéenne Nombre | % |
|---|---|---|---|---|
| < 1 heure | 27 | 18.4 % | 36 | 34.0 % |
| > 1 et < 24 heures | 41 | 27.9 % | 29 | 27.3 % |
| ≥ 24 et < 48 heures | 30 | 20.4 % | 6 | 5.7 % |
| ≥ 48 et < 72 heures | 11 | 7.5 % | 2 | 1.9 % |
| ≥ 72 heures * | 12 | 8.1 % | 4 | 3.8 % |
| Non précisé | 26 | 17.7 % | 29 | 27.4 % |
| **Total** | **147** | **100 %** | **106** | **100 %** |

* < 9 jours pour les atteintes rétiniennes et < 5 jours pour les atteintes cornéennes

La majorité des patients a consulté 4 jours ou plus après l'exposition (Tableau 3). Le délai de consultation n'est pas différent selon la présence ou non d'une baisse de l'acuité visuelle et de son intensité (p = 0,22).

Tableau 3
**Distribution des patients présentant une atteinte rétinienne et cornéenne selon le délai de consultation chez un ophtalmologiste, France, 1999.**

| Délai de consultaton | Atteinte rétinienne Nombre | % | Atteinte cornéenne Nombre | % |
|---|---|---|---|---|
| < 24 heures | 5 | 3.4 % | 16 | 15.1 % |
| ≥ 1 et < 2 jours | 22 | 15.0 % | 34 | 32.1 % |
| ≥ 2 et < 3 jours | 24 | 16.3 % | 17 | 16.0 % |
| ≥ 3 et < 4 jours | 12 | 8,2 % | 12 | 11.3 % |
| 4 jours et plus | 68 | 46.2 % | 12 | 11.3 % |
| Non précisé | 16 | 10.9 % | 15 | 14.2 % |
| **Total** | **147** | **100 %** | **106** | **100 %** |

Quatre-vingt treize pour cent des patients (124 sur 133 documentés) ont observé l'éclipse en dehors de la bande de totalité. Plus particulièrement, 51 % (57 sur 111 documentés) ont observé l'éclipse dans trois régions du sud-est de la France : Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Languedoc-Roussillon (Figure 1). Parmi ceux-ci, 81 % (46) résidaient habituellement dans ces régions. Il n'a pas été possible de calculer des taux d'incidence du fait des forts mouvements de populations durant cette période de vacances. Quinze patients étaient à l'étranger lorsqu'ils ont observé l'éclipse (8 en Espagne et 4 en Pologne).

Quatre-vingt pour cent des patients (106 sur 133 documentés) ont rapporté avoir observé l'éclipse à l'œil nu, de manière continue (69 patients) ou de manière discontinue (37 patients ayant ôté leurs lunettes). Neuf patients ont utilisé des lunettes de soleil classiques, 5 des verres de soudeur, et 6 un autre moyen (pellicules photos, verres correcteurs ou verre coloré). Quatre patients ont rapporté avoir utilisé de manière correcte les lunettes certifiées CE. Soixante-quinze pour cent des patients ont rapporté avoir observé l'éclipse durant moins de 5 minutes, 19 % de 5 à 15 minutes et 6% durant plus de 15 minutes.

*Scotomes*

Douze patients ont consulté pour cette symptomatologie. L'examen ophtalmoscopique était normal. Onze de ces patients avaient regardé l'éclipse à l'œil nu ou à l'aide de matériel inadéquat (lunettes de soleil, verres correcteurs). Un seul de ces patients était en zone de totalité lors de l'observation et 4 étaient dans une des 3 régions du sud-est précitées.

*Post-images*

L'examen ophtalmologique des 29 patients ayant consulté pour cette symptomatologie était normal. Vingt-sept patients avaient regardé l'éclipse à l'œil nu, de manière continue ou discontinue, ou avaient utilisé des protections inadéquates. Deux personnes ont rapporté avoir utilisé correctement les lunettes certifiées CE. Sept patients ont observé l'éclipse dans la bande de totalité et seulement deux patients l'ont fait dans une des 3 régions du sud-est de la France.

***Kératites***

Parmi les 91 patients (86 % des 106 kératites) pour lesquels l'information est disponible, 68 (75 %) se plaignaient de douleurs ou brûlures oculaires, unilatérales ou bilatérales. Les symptômes rapportés par les autres patients étaient variés, notamment fatigue oculaire, démangeaisons, gêne, photophobie ou sécheresse. Quatre patients se plaignaient d'une baisse de l'acuité visuelle, mais trois avaient une acuité visuelle normale, vérifiée lors de l'examen par l'ophtalmologiste.

Quarante-huit pour cent (51 sur 106 documentés) étaient des femmes. La moyenne d'âge, ainsi que la médiane, étaient de 36 ans et l'étendue de 1 à 71 ans. La tranche d'âge des 30-44 ans était la plus représentée (Tableau 1). Les patients présentant une atteinte de la rétine étaient plus jeunes que ceux atteints de kératite ($p < 10^{-4}$). Cependant, après stratification selon la zone d'observation de l'éclipse, totale ou partielle, cette différence ne persistait que parmi les cas ayant observé l'éclipse dans la zone partielle ($p < 0,01$).

Pour plus de 82 % des patients, les symptômes sont apparus dans les 24 heures suivant l'exposition (moyenne 15 heures, médiane 2 heures). Les symptômes sont apparus statistiquement plus rapidement pour les patients atteints de kératite que pour ceux atteints d'une rétinopathie ($p < 10^{-3}$). Cinquante-cinq pour cent des patients ont consulté un ophtalmologiste dans les 48 heures après l'exposition (Tableau 3). Les patients atteints de kératite ont consulté plus rapidement un ophtalmologiste que ceux atteints de rétinopathie ($p < 10^{-4}$).

Trente et un pour cent des patients (28/91) avaient observé l'éclipse dans la bande de totalité. Seuls

18 % avaient observé l'éclipse dans les 3 régions du sud-est de la France (Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Languedoc-Roussillon), alors que 36 % étaient situés dans 2 régions du nord de la France : Champagne-Ardenne et Nord-Pas-de-Calais (Figure 1).
Soixante-quinze pour cent des patients (68/91) avaient observé l'éclipse à l'œil nu de manière continue (31 patients) ou non (37 patients ayant ôté leurs lunettes). Six patients ont utilisé des verres de soudeur, 3 des lunettes de soleil classiques et 2 un autre moyen (clichés radiologiques). Sept patients ont rapporté avoir utilisé des lunettes certifiées CE. Soixante-seize pour cent des patients ont rapporté avoir observé l'éclipse durant moins de 5 minutes et 5 % durant plus de 15 minutes.

***Autres diagnostics***

Quatre patients présentaient un décollement postérieur du vitré. Les 3 patients pour lesquels l'information est disponible étaient âgés de plus de 45 ans et 2 souffraient d'une myopie antérieure. Les autres consultations concernaient des patients ne présentant pas d'anomalie et venant pour être rassurés (motif cité explicitement pour 149 patients), ou présentant des atteintes oculaires non directement liées à l'observation de l'éclipse, notamment 82 conjonctivites.

# Discussion

Le 11 août, jour de l'éclipse, les observations menées sur le terrain ont montré que, comme prévu, plusieurs millions de personnes s'étaient déplacées vers la bande de totalité, parmi lesquelles beaucoup de touristes étrangers venus spécialement pour l'occasion et ayant apporté avec eux leurs lunettes de protection. Des informations suggèrent que le nombre de lunettes disponibles dans la bande de totalité avait été légèrement excédentaire, alors que dans les régions les plus au sud, ce nombre aurait pu être déficitaire. Cette inégalité de répartition peut s'expliquer par le fait que dans la bande de totalité, les distributeurs (pharmaciens, opticiens, magasins spécialisés) se sont mobilisés plus tôt et de manière plus importante que dans les régions où l'éclipse n'était que partielle. Les magasins de grande distribution se sont dans l'ensemble peu mobilisés ou trop tardivement en mettant sur le marché environ un million de lunettes. L'analyse des modalités de distribution montre une forte mobilisation du secteur de la presse et des associations de vulgarisation scientifiques, ainsi que des distributions publicitaires (annexe 6). Parmi les circuits spécialisés, les opticiens ont bien participé à la diffusion de lunettes devant les pharmaciens.

Les observations sur le terrain ont montré que des lunettes avaient été importées et mises sur le marché par d'autres opérateurs que les partenaires connus de l'opération. Leur nombre est difficile à estimer, mais il apparaît probable que ces importations, ajoutées aux lunettes apportées par les touristes étrangers et aux lunettes mises sur le marché par les partenaires de l'opération, ont permis d'atteindre, voire de dépasser l'objectif initial de 35 millions de lunettes sur le territoire français.

Deux cent cinquante trois patients présentant une lésion oculaire confirmée par un ophtalmologiste et liée à l'observation de l'éclipse du 11 août ont été notifiés. L'incidence des atteintes oculaires peut être considérée comme faible, compte-tenu du nombre de personnes exposées, estimé entre 30 et 50 millions de personnes. L'évaluation rétrospective faite en Angleterre auprès des principaux services hospitaliers d'ophtalmologie, moins d'une semaine après l'éclipse, a identifié 14 patients présentant une complication rétinienne confirmée [17]. Cependant, on ne peut comparer la situation observée en France et en Angleterre du fait de la méthode utilisée pour détecter les cas. En France, la collecte a été menée de manière prospective et a concerné tous les ophtalmologistes hospitaliers et libéraux, ces derniers ayant déclaré 55 % des complications oculaires.

Tous les ophtalmologistes pratiquant en France ont été inclus dans le système de surveillance mis en place. Plus de 15 % des ophtalmologistes botifé les cas diagnostiqués ou ont répondu à la demande de notifier " zéro cas ". Il est probable que la majorité des ophtalmologistes n'ont pas répondu car ils n'avaient pas vu de cas, ou étaient en vacances durant cette période, ou n'ont pas jugé utile de répondre.
On peut penser que le nombre d'atteintes rétiniennes approche la réalité des atteintes oculaires en France

pour plusieurs raisons : 1) les pouvoirs publics, les associations et les médias se sont fortement mobilisés pour promouvoir et diffuser des messages de prévention et assurer la disponibilité de moyens de protection individuelle, ce qui a aussi fortement sensibilisé les ophtalmologistes ; 2) le système de surveillance, mis en place autour d'un comité scientifique reconnu par les ophtalmologistes français, a été appuyé par le Syndicat National des ophtalmologistes de France, la Société Française d'Ophtalmologie et le Collège des Universitaires, mais aussi par des fabricants de matériel optique ayant largement relayé le message de surveillance auprès des spécialistes ; 3) une attention particulière a été portée vis à vis des médecins visant, d'une part à les informer par des communiqués de presse réguliers et l'envoi d'un rapport intermédiaire personnalisé, d'autre part à les sensibiliser à la déclaration par l'envoi de 3 publipostages de relance (annexes 5 et 7). Le dernier publipostage de décembre 1999 a permis d'identifier 4 patients présentant une complication oculaire liée à l'éclipse parmi les 596 ophtalmologistes ayant répondu.

Il est difficile d'affirmer que le nombre de déclarations d'atteintes de la cornée est représentatif de la réalité. En effet, le nombre de kératites a pu être sous-estimé, d'une part car ce type d'atteinte a été moins décrit dans la littérature en association avec une observation d'éclipse, d'autre part les messages de prévention ont été essentiellement axés sur la gravité des atteintes de la rétine et n'ont pas abordé les problèmes cornéens. Les ophtalmologistes ont ainsi pu avoir tendance à ne déclarer que les atteintes graves, essentiellement rétiniennes. Cependant, quelques cas de kératite d'origine variée ont pu également être notifiées comme étant directement liées à l'observation de l'éclipse.

Des patients consultant pour scotomes et post-images avec examen normal au fond d'œil ont été déclarés, alors que ces diagnostics sont peu retrouvés dans la littérature. Il est vraisemblable que le nombre de cas est sous-estimé, car cette symptomatologie correspond à des lésions infra cliniques et ne peut être objectivée qu'au travers d'examens approfondis comme l'étude du champ visuel et l'angiographie. Par ailleurs, les patients ont pu s'habituer rapidement à ces symptômes et seuls les plus graves et gênants ont été diagnostiqués.
Les décollements postérieurs du vitré peuvent être favorisés par l'exposition à une forte luminosité provoquant une traction excessive de l'élément postérieur au moment de la contraction. Cette pathologie n'a jamais été décrite dans les suites d'une éclipse. L'illumination suivant la phase d'éclipse totale a pu jouer un rôle déclencheur, mais il est actuellement impossible d'établir un lien avec l'éclipse.

Les atteintes de la rétine concernent en majorité des patients ayant observé le phénomène dans des régions ensoleillées du sud-est où l'éclipse était partielle, à l'inverse des patients atteints de kératites. Les conditions d'observation ne sont pas connues précisément pour chaque patient, mais il apparaît que les personnes situées dans des zones à forte couverture nuageuse ont fréquemment ôté les lunettes spéciales "éclipse" pour observer le soleil. La couche nuageuse dans ces régions a limité l'intensité de la lumière solaire, responsable des atteintes rétiniennes, mais a diffusé largement les rayons ultraviolets responsables des lésions cornéennes, de type ophtalmie des neiges.
Le nombre élevé d'atteintes de la rétine dans les régions du sud-est pourraient être lié à une mauvaise compréhension des messages de prévention. L'information sur les dangers liés à l'observation de l'éclipse a peut-être été trop axée sur le danger dans la bande de totalité, faisant croire que la zone d'éclipse partielle était moins dangereuse. Les personnes ayant observé l'éclipse dans la zone d'éclipse partielle ont pu considérer le risque comme négligeable.

Comme précédemment décrit dans la littérature [11, 12] les patients présentant des atteintes de la rétine sont plus jeunes que ceux présentant des atteintes cornéennes, notamment le groupe d'âge 15-29 ans. Cette différence n'existe que pour les patients situés dans la zone d'éclipse partielle. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer cette différence. Il est possible que les messages de prévention aient été plus diffusés dans les régions où a eu lieu l'éclipse totale. Cependant, la diffusion massive de messages de prévention au travers des médias nationaux va à l'encontre de cette hypothèse. La tranche d'âge des 15-29 ans a pu être moins réceptive aux messages de prévention généralistes, insuffisamment ciblés sur cette population à risque. Seule une publication avait recommandé de cibler la prévention sur ce groupe d'âge reconnue comme plus à risque [10]. Cette population jeune a peut-être eu moins accès à des moyens de protection adaptés, car elle ne s'est peut-être intéressée au phénomène que tardivement et n'a pu se procurer les moyens de protection dans la zone d'éclipse partielle où la disponibilité des lunettes était sans doute moins grande. Cependant,

hormis pour quelques points limités, aucun déficit de lunettes n'a été rapporté et seuls quatre patients sur les 253 recensés ont dit ne pas avoir pu trouver de lunettes spéciales éclipse.

Les raisons de l'observation de l'éclipse à l'œil nu sont difficiles à apprécier sur les seules données collectées. Les sujets atteints ont pu regarder à l'œil nu du fait, de la non-disponibilité de lunettes spéciales, de la mauvaise appréciation ou de la non-compréhension du risque (4 patients étaient étrangers), ou de la mauvaise utilisation des lunettes à disposition. En revanche, les informations fournies par les ophtalmologistes montrent que 6 patients étaient incrédules quant aux risques, 3 se sont exposés volontairement et 3 patients présentaient des problèmes psychiatriques.
Quatre personnes présentant des atteintes rétiniennes disent avoir utilisé correctement les lunettes spéciales "éclipse" durant tout le temps d'observation. Des lots non agréés, totalisant 4,4 millions de lunettes, ont été identifiés et retirés du marché avant l'éclipse. Selon les données actuelles, il ne semble pas que la mauvaise qualité des lunettes ait contribué significativement aux atteintes oculaires.

Le rôle des médias a été aussi avancé comme ayant pu majorer le nombre de complications oculaires du fait de l'énorme campagne orchestrée autour de l'événement. Ainsi, des personnes insuffisamment sensibilisées et préparées, qui ne pensaient pas observer le phénomène, ont pu décider de le faire en dernière minute. Le relativement faible nombre d'atteintes oculaires identifiées nous fait penser que ceci n'a vraisemblablement pas joué un rôle important. En revanche, il semble que les médias aient joué un rôle dans la forte proportion de patients venus consulter essentiellement pour être rassuré, puisque les ophtalmologistes ont noté que 15 % (149/1 024) des patients sont venus pour anxiété, sans complication oculaire.
Les médias audiovisuels (télévision, radios) apparaissent comme source principale d'informations sur la prévention auprès des patients présentant une atteinte oculaire, la presse écrite étant moins citée alors qu'elle s'est fait largement l'écho de ces messages. Ceci est peut-être révélateur de la difficulté, pour les médias audiovisuels, de transmettre des messages simples et compréhensibles en regard de la complexité des mesures et attitudes de prévention selon le stade de l'éclipse. Cependant, on ne dispose pas actuellement de données suffisantes pour pouvoir conclure.
Une étude complémentaire est en cours de mise en place, qui vise à préciser les circonstances d'observation, les types de lunettes et autres moyens de protection utilisés, ainsi que l'origine et la compréhension des messages. Cette étude permettra aussi d'effectuer un bilan des complications oculaires, en collectant en particulier les résultats des explorations (angiographie, champ visuel…), et de décrire l'évolution clinique chez les patients victime d'une rétinopathie liée à l'observation de l'éclipse.

# Conclusion

La campagne de prévention nationale menée en France est l'une des plus importante jamais menée pour un tel événement, tant du fait de l'intensité de la campagne d'information et de la diversité des sources utilisées, que du nombre de lunettes spéciales ''éclipse'' mises à la disposition du public. Il est peu probable que des personnes aient pu échapper totalement à la campagne de prévention.

Le nombre de patients recensés présentant une atteinte de la rétine ou de la cornée représente la plus longue série historique de complications oculaires liées à une éclipse. Celle-ci est le fruit d'une mobilisation des professionnels de santé puisque près de 15 % des ophtalmologistes de France, libéraux et hospitaliers, ont déclaré à l'InVS le nombre de patients présentant une atteinte oculaire diagnostiquée dans leur cabinet. L'incidence des atteintes oculaires peut être considérée comme faible, compte-tenu du nombre de personnes exposées, estimé entre 30 et 50 millions de personnes. Les données collectées ne peuvent être comparées aux données d'autres pays européens touchés par l'éclipse, car le système mis en place en France de manière prospective visait à recenser les cas de manière exhaustive.

Cette surveillance a permis de documenter les atteintes cornéennes, atteinte relativement peu décrite dans les publications antérieures. Nous recom-

mandons que ce type d'atteinte soit clairement affiché lors de futures campagnes de prévention de complications oculaires liées à l'observation d'une éclipse solaire.

Un suivi clinique des atteintes rétiniennes est mis en place, afin de mieux décrire l'impact à long terme des atteintes de la rétine et des thérapeutiques mises en œuvre. Un suivi épidémiologique national permettra de décrire précisément les circonstances d'observation et d'identifier des facteurs de risque de survenue de complications oculaires.
De plus, les enseignements tirés de cette expérience devront servir aussi pour la réflexion sur le ciblage des messages de prévention sur certaines populations, tels les adolescents et jeunes adultes, lors futures éclipses en France et dans d'autres pays (Tableau 4).

Tableau 4
**Liste des éclipses solaires prévues de 2001 à 2005.**

| Date | Région géographique de visibilité de l'éclipse[1] |
|---|---|
| 21 juin 2001 | e Amérique du Sud, Afrique<br>[Totale : s Atlant ique, s Afrique, Madagascar] |
| 14 décembre 2001 | Amérique Centrale et du Nord, no Amérique du Sud<br>[Annulaire : c Pacifique, Costa Rica] |
| 10 juin 2002 | e Asie, Australie, o Amérique du Nord<br>[Annulaire : n Pacifique, o Mexique] |
| 4 décembre 2002 | s Afrique, Antarctique, Indonésie, Australie<br>[Totale : s Afrique, s Inde, s Australie] |
| 31 mai 2003 | Europe, Asie, no Amérique du Nord<br>[Annulaire : Islande, Groenland] |
| 23 novembre 2003 | Australie, Nouvelle Zélande, Antarctique, s Amérique du Sud<br>[Totale : Antarctique] |
| 19 avril 2004 | Antarctique, s Afrique (Partielle) |
| 14 octobre 2004 | ne Asie, Hawaii, Alaska (Partielle) |
| 8 avril 2005 | Nouvelle Zélande, Amérique du Sud et du Nord<br>[Hybride : s Pacifique, Panama, Colombie, Venezuela] |
| 3 octobre 2005 | Europe, Afrique, s Asie<br>[Annulaire : Portugal, Espagne, Libye, Soudan, Kenya] |

1 Région géographique de visibilité de l'éclipse est la portion de la surface terrestre où une éclipse partielle peut être vue. La bande centrale d'une éclipse totale ou annulaire couvre une région plus petite, décrite entre corchets [ ]. Abréviations géographiques : n = nord, s = sud, e = est, o = ouest, c = central

Source : "Eclipse Predictions by Fred Espenak, NASA/GSFC" in http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html


# Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les membres du Conseil Scientifique, le Syndicat National des Ophtalmologistes de France, la Société Française des ophtalmologistes, le Collège des Universitaires, les ophtalmologistes publics et privés et les membres du Réseau Sentinelle Urgences.
Les laboratoires Essilor et Pharmacia Upjohn ont fournit un appui important en organisant les publipostages.

## COMITÉ SCIENTIFIQUE

| | |
|---|---|
| Pr Yves POULIQUEN | Membre de l'Académie Nationale de MédecineHôtel Dieu– PARIS |
| Dr Bahram BODAGHI | Hôpital Pitié-Salpétrière– PARIS |
| Pr Gérard BRASSEUR | CHU ROUEN |
| Dr Joseph BURSZTYN | Hôpital Saint Vincent de Paul – PARIS |
| Pr Dominique CHAUVAUD | Hôtel Dieu – PARIS |
| Pr Laurent CORBE | Hôpital Percy – PARIS |
| Pr Gabriel COSCAS | Hôpital Intercommunal – CRETEIL |
| Pr Alain GAUDRIC | Hôpital Lariboisière – PARIS |
| Pr Jean Daniel GRANGE | Hospices Civils de LYON |
| Pr Laurent LAROCHE | Hôpital des Quinze Vingt – PARIS |
| Pr Phuc LE HOANG | Hôpital Pitié-Salpétrière– PARIS |
| Pr André MATHIS | Hôpital de Rangueil – TOULOUSE |
| Pr Jean François MAURIN | Hôpital du Val de Grâce – PARIS |
| Pr Jean François ROULAND | CHU LILLE |
| Pr José SAHEL | CHU STRASBOURG |
| Pr Gisèle SOUBRANE | Hôpital Intercommunal - CRETEIL |

## COORDINATION DE L'ETUDE

**Institut de Veille Sanitaire**
Dr Denis Coulombier
Dr Philippe Malfait

**Réseau Sentinelle Urgences**
Hôtel Dieu Paris
Dr Pierre Espinoza
Dr Fabrice Mathy

## AVEC LE SOUTIEN

**De la Société Française d'Ophtalmologie**
Dr Jean Paul ADENIS
CHU LIMOGES

**Du Syndicat National des Ophtalmologistes de France**
Dr Jean-Luc SEEGMULLER
CHU STRASBOURG

**Du Collège des Universitaires**
Dr Danièle RIGAL
CHU CLERMONT-FERRAND

# Références


1. Pouliquen Y. : A propos de l'éclipse du 11 août 1999. Les impératifs d'une prévention oculaire. Vœu de l'Académie Nationale de Médecine du 30 juin 1998.
2. Timothy H, Istock OD, MA: Solar retinopathy: A review of the literature and case report. Journal of the optometric association, volume 56, Nº 5, pp374-382, 1985.
3. Boettner E.A., Wolter J.R. Transmission of the ocular media. Invest Ophtalmology, 1962, 1,6:776-83.
4. Atmaca LS, Idil A, Can D. Early and late visual prognosis in solar retinopathy. Graefe's Arch Clin Exp Ophtalmol, 1995, 233:801-4.
5. Zech JC, Tissot M, Chouette C, Trepsat C: Phototraumatisme maculaire après l'éclipse solaire partielle du 12 octobre 1996. In Les séminaires ophtalmologiques Ipsen, tome 9, Rétine lumière et radiation. Y. Christen, M Doly, MT Droy-Lefaix, 1998, Paris.
6. Chou B.R. Krailo M.D. Eye injury in Canada following the total eclipse of 26 february 1979. Can. J. Optom. 1981,43, 40-45.
7. Hatfield EM. Eye injuries and the solar eclipse : Results of a survey. Sight Sav Rev 1970 Summer; 40(2): 79-85.
8. Rai N, Thuladar L, Brandt F, Arden GB, Berninger T: Solar retinopathy, a study from Nepal and from Germany. Documenta ophtalmologica, 1998,95:99-108.
9. Dihr SP, Amod Gupta, Jain IS: Eclipse retinopathy, British Journal of Ophtalmology, 1981,65, 42-45.
10. Juan-Lopez M, Pena-Corona MP: Estrategia para prevenir danos a la salud ocasionados por la observacion del eclipse solar en Mexico. Salud Publica de Mexico, 1993,35:494-9.
11. Jacobs NA, Headon M, Rosen ES. Solar retinopathy in the Manchester area. Trans Ophtalmol Soc U.K. (1985) 104, 625.
12. Kabra A. Solar Eclipse 1980 : its ophtalmic effects.Ind J Ophtalmology 1982, 30: 303-4.
13. AFNOR. Norme européenne EN 169 Décembre 1992. Protection individuelle de l'œil - Filtres pour le soudage et les techniques connexes - Spécifications de transmission et utilisation recommandée. 10 pages.
14. Direction Générale de la Santé. circulaire DGS/DH n°99/288 du 20 mai 1999.
15. Dean AG, Dean JA, Coulombier D et al. Epiinfo, version 6: a word processing, database and statistics program for public health on microcomputers. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, 1995.
16. Fureau AM. Eclipse solaire du 11 août 1999 : premier bilan de la campagne de prévention. Acteurs, 1999, 40,15.
17. Dobson R. UK hospitals assess eye damage after solar eclipse. BMJ, 1999;319:469.