

Indications et réalisation de la photocoagulation panrétinienne au cours de la rétinopathie diabétique

V Pagot-Mathis
I Roque
S Dumas
A Mathis

Résumé. – L'efficacité de la photocoagulation panrétinienne (PPR) dans le traitement de la rétinopathie diabétique proliférante (RDP) a été largement prouvée, puisqu'elle réduit de 50 % au moins le risque de cécité légale.

La PPR doit être réalisée en urgence devant une rétinopathie diabétique « à haut risque » (schématiquement, néovaisseaux prépapillaires ou néovaisseaux pré-rétiniens associés à une hémorragie pré-rétinienne ou intravitréenne), devant une néovascularisation irienne avec hypertension oculaire modérée ou devant un glaucome néovasculaire installé.

La PPR doit être réalisée, mais sans caractère d'urgence, devant une RDP débutante (néovaisseaux pré-rétiniens isolés) ou devant une rétinopathie diabétique préproliférante (RDPP) avec facteurs de gravité (insulinothérapie intensive, grossesse...).

L'indication doit être discutée devant une RDP sans facteurs de gravité.

Une PPR de 2 000 à 3 000 impacts de 500 µm avec un temps d'exposition de 0,05 à 0,2 seconde est habituellement suffisante ; l'espacement des séances permet de réduire le risque de complications, notamment d'œdème maculaire cystoïde. Les lentilles de contact grand champ sont largement utilisées pour la réalisation de la panphotocoagulation.

L'œdème maculaire cystoïde est la principale complication de la PPR ; une photocoagulation maculaire immédiate, avant de débiter la panphotocoagulation, est indiquée en cas d'œdème maculaire préexistant.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

L'efficacité de la PPR dans le traitement de la RDP a été largement prouvée, puisqu'elle réduit de 50 % au moins le risque de cécité légale [10].

La photocoagulation de la RDP a été introduite il y a plus de 30 ans par Meyer-Schwickerath qui utilisa le premier en 1959 l'arc du xénon. Plus tard, le laser à rubis (1968) et surtout le laser à l'argon avec l'Esperance (1968) puis Little et Zweng (1970) ont permis de focaliser sur la rétine des impacts de taille et d'intensité désirées sous contrôle biomicroscopique [6].

La meilleure connaissance de l'évolution spontanée de la rétinopathie diabétique et surtout une meilleure classification de ses formes cliniques ont permis de préciser les indications de la PPR. C'est un des intérêts des études multicentriques randomisées, notamment des deux études réalisées aux États-Unis : Diabetic Retinopathy Study ou DRS (1971) et Early Treatment Diabetic Retinopathy Study ou ETDRS (1980).

Le mécanisme d'action de la PPR reste hypothétique.

– On a évoqué l'augmentation de l'apport d'oxygène au niveau des couches internes de la rétine à partir de la choroïde par diminution d'épaisseur des couches externes de la rétine après photocoagulation.

– On a évoqué également la suppression du stimulus de l'angiogenèse par destruction des territoires rétiniens ischémiques responsables de la sécrétion présumée d'un facteur de croissance.

– On a évoqué enfin avec les travaux de Glaser la stimulation de la synthèse et de la sécrétion par l'épithélium pigmentaire d'un inhibiteur de l'angiogenèse.

Indications de la photocoagulation panrétinienne dans la rétinopathie diabétique

Les indications de la PPR sont basées sur la classification de la RD ; de nombreuses classifications ont été proposées, la plus utilisée étant une version simplifiée de la classification de l'ETDRS [4, 5]. Celle-ci a déjà été décrite dans un autre article et nous ne ferons que la rappeler dans le tableau I.

Tableau I. – Classification simplifiée de la rétinopathie diabétique.

Rétinopathie diabétique non proliférante

- minime
- modérée
- sévère (rétinopathie diabétique préproliférante)

Rétinopathie diabétique proliférante (RDP)

- RDP débutante (rétinopathies proliférantes minime et modérée : néovaisseaux pré-rétiniens isolés)
- RDP « à haut risque » (néovaisseaux prépapillaires ou néovaisseaux pré-rétiniens associés à une hémorragie pré-rétinienne ou intravitréenne)
- RDP évoluée (détachement de rétine maculaire par traction, hémorragie du vitré massif)

Véronique Pagot-Mathis : Praticien hospitalier.

Isabelle Roque : Interne des Hôpitaux.

Stéphane Dumas : Interne des Hôpitaux.

André Mathis : Professeur des Universités, praticien hospitalier.

Service d'ophtalmologie, centre hospitalier universitaire Rangueil, 1, avenue Jean-Poulhès, 31403 Toulouse cedex 4, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Pagot-Mathis V, Roque I, Dumas S et Mathis A. Indications et réalisation de la photocoagulation panrétinienne au cours de la rétinopathie diabétique. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Ophtalmologie, 21-240-F-30, 1999, 6 p.

Tableau II. – Indications schématiques de la photocoagulation panrétinienne.

<p>PPR urgente</p> <ul style="list-style-type: none"> - RDP « à haut risque » (néovaisseaux prépapillaires ou néovaisseaux pré-rétiniens associés à une hémorragie pré-rétinienne ou intravitréenne) - Glaucome néovasculaire : <ul style="list-style-type: none"> - néovascularisation irienne associée à une hypertension oculaire modérée - glaucome néovasculaire installé <p>PPR obligatoire mais non urgente</p> <ul style="list-style-type: none"> - RDP débutante (néovaisseaux pré-rétiniens isolés) - RDP avec facteurs de gravité : <ul style="list-style-type: none"> - grossesse - insulinothérapie intensive par injections multiples d'insuline - pompe à insuline - rétinopathie proliférante de l'autre œil <p>PPR à discuter : RDPP sans facteurs de gravité</p>

PPR : photocoagulation panrétinienne ; RDP : rétinopathie diabétique proliférante ; RDPP : rétinopathie diabétique préproliférante.

Les premiers rapports de la DRS [10] ont montré l'efficacité de la PPR dans les RDP « à haut risque » [11], schématiquement RDP avec néovaisseaux prépapillaires ou avec néovaisseaux pré-rétiniens associés à une hémorragie pré-rétinienne ou intravitréenne. Ces indications ont été élargies à la suite des travaux de l'ETDRS [3] ; en pratique, ces indications ont été élargies, notamment en France, à toutes les RDP et à certaines RDPP (tableau II).

Les indications et le caractère d'urgence de la PPR sont fonction du degré de sévérité de la rétinopathie [8].

Photocoagulation panrétinienne urgente

Rétinopathie diabétique proliférante « à haut risque »

La rétinopathie proliférante « à haut risque » (schématiquement néovaisseaux prépapillaires ou néovaisseaux pré-rétiniens associés à une hémorragie intravitréenne ou pré-rétinienne) relève d'une panphotocoagulation dans des délais rapides : elle doit être démarrée dès que le diagnostic est posé et avancée rapidement par des séances espacées de 8 à 15 jours ; en cas d'œdème maculaire cystoïde ou de maculopathie exsudative nécessitant un traitement focal, il est recommandé de traiter la macula au cours de la première séance de PPR sans retarder la mise en route de cette dernière.

Glaucome néovasculaire

Néovascularisation irienne avec hypertension oculaire modérée

Devant une hypertension oculaire modérée (30 à 40 mmHg), il est souvent encore possible d'obtenir une régression de la néovascularisation irienne et une normalisation du tonus oculaire s'il n'existe pas encore de fermeture de l'angle par goniosynéchies. Cette PPR doit être menée très rapidement, après mise en route d'un traitement hypotonisant local et général ; il est utile de s'aider de l'instillation de diméticone (Ophtasiloxane®) pour diminuer l'œdème cornéen et de réaliser la PPR au laser krypton ; il faut essayer du fait de l'urgence du traitement de réaliser des séances de 1 000 impacts, répétées à 1 ou 2 jours d'intervalle, ce qui est réalisé au mieux chez un patient hospitalisé ; compte tenu du caractère douloureux de la panphotocoagulation au laser krypton et de la longueur des séances, une anesthésie locorégionale est souvent nécessaire.

Glaucome néovasculaire installé

Devant un glaucome néovasculaire installé, une intervention hypotonisante en « semi-urgence » est indiquée (mise en place d'une valve ou destruction du corps ciliaire) ; nous pensons cependant qu'il faut chaque fois que possible faire précéder l'intervention d'une ou deux séances de PPR à 1 jour d'intervalle dans les mêmes conditions que celles décrites précédemment.

Photocoagulation panrétinienne non urgente, mais obligatoire

Rétinopathie diabétique proliférante débutante (néovaisseaux pré-rétiniens isolés)

Devant des néovaisseaux pré-rétiniens isolés sans hémorragie intravitréenne ni pré-rétinienne, une PPR est indiquée ; elle doit être démarrée dès le diagnostic posé mais peut être menée de façon moins rapide que devant une RDP « à haut risque » pour tenter de minimiser le risque d'œdème maculaire cystoïde ; il est recommandé de pratiquer des séances espacées pour chaque œil de 3 à 4 semaines. En cas d'œdème maculaire ou de maculopathie exsudative nécessitant un traitement focal, il est recommandé de traiter la macula dans un premier temps et de débiter la PPR quelques semaines plus tard.

Rétinopathie diabétique préproliférante avec facteurs de gravité

La mise en route d'une PPR est indiquée chaque fois qu'une rétinopathie préproliférante comporte des facteurs de gravité : grossesse, mise en route d'une insulinothérapie intensive par injections multiples d'insuline ou mise sous pompe à insuline, rétinopathie proliférante de l'autre œil.

La PPR ne revêt aucun caractère d'urgence : pour tenter de minimiser les effets secondaires et notamment le risque d'œdème maculaire, elle doit être menée par des séances espacées de 6 à 8 semaines.

Il est préférable chaque fois que possible d'effectuer la PPR avant la mise en route d'une grossesse programmée ou la mise sous insulinothérapie intensive ou sous pompe à insuline.

Photocoagulation panrétinienne à discuter : rétinopathie diabétique préproliférante sans facteurs de gravité

L'indication de la PPR devant une RDPP sans facteurs de gravité est beaucoup plus discutée, la RDPP comportant un risque élevé mais non obligatoire d'évolution à court ou moyen terme vers une rétinopathie proliférante ; une attitude largement recommandée et répandue consiste à pratiquer une PPR sur un œil et à surveiller attentivement l'autre œil ; une autre attitude consiste à réaliser une PPR partielle, périphérique, restant à distance du pôle postérieur. Certains préfèrent se contenter d'une surveillance régulière et ne traiter que lorsque des lésions de RDP apparaissent.

Les indications de la PPR dans la RDPP peuvent être modulées en fonction de sa sévérité, appréciée notamment sur l'importance de l'ischémie rétinienne sur l'examen angiographique, ainsi que sur le contexte clinique (patients mal suivis, sujets monophthalmes, facteurs aggravants comme une hypertension artérielle ou une néphropathie, intervention de cataracte prévue).

La PPR ne revêt comme dans le cas précédent aucun caractère d'urgence : des séances espacées de 6 à 8 semaines sont là aussi recommandées.

Réalisation de la photocoagulation panrétinienne [9]

Mode d'anesthésie

Une anesthésie de contact est suffisante dans la plupart des cas ; il est souvent utile d'y associer des antalgiques et/ou un anxiolytique par voie orale ; nous avons l'habitude de faire prendre aux patients supportant mal la PPR une association paracétamol, codéine et kétoprofène (2 comprimés d'Efferalgan® codéine et 1 comprimé de Bi-Profénid® 150) au moins 2 heures avant la séance de photocoagulation.

Il n'est que très rarement nécessaire d'avoir recours à une anesthésie locorégionale, rétrobulbaire ou péribulbaire ; lorsqu'elle est nécessaire, elle doit impérativement être précédée d'une consultation de pré-anesthésie et effectuée sur un patient à jeun, perfusé, dans un local disposant d'un matériel de réanimation.

Verres de contact

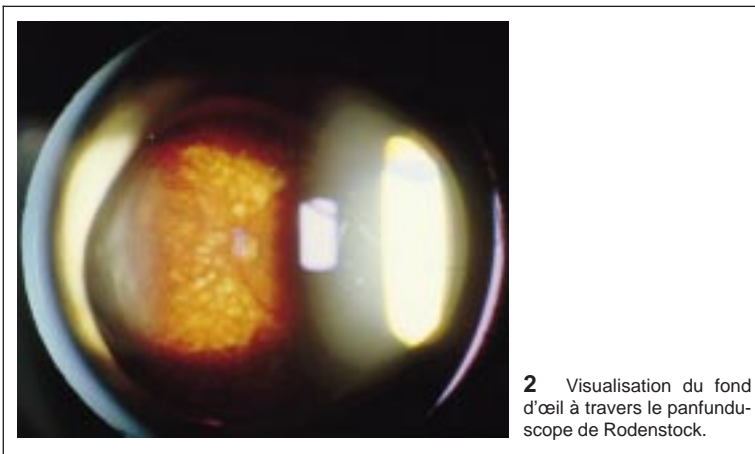
Différents verres de contact sont à notre disposition et peuvent avec bénéfice être utilisés en association (fig 1).

Le verre à trois miroirs reste le plus classique, mais il existe une zone intermédiaire de traitement difficile entre le verre central et le miroir trapézoïdal. Il ne permet pas par ailleurs la réalisation correcte d'une PPR en cas de mauvaise dilatation pupillaire.

Les verres de contact grand champ [panfunduscope de Rodenstock (fig 2), lentille quadrasphérique de Volk, verre de Mainster Wide Field ou lentille Equator Plus de Volk] permettent un traitement facile du pôle postérieur jusqu'à l'équateur sans cependant permettre d'atteindre l'extrême périphérie (parmi eux, la lentille donnant le plus grand champ de vision est la lentille quadrasphérique de Volk). Ils sont de plus très utiles et souvent les seuls utilisables pour une PPR efficace en cas de pseudophakie ou de mauvaise dilatation pupillaire, qui rendent difficile la réalisation d'une PPR au verre à trois miroirs. Ils nécessitent de modifier la taille du spot de visée qui doit être ramenée de 500 à 250 µm (cf infra).



1 Verres grand champ (de gauche à droite, panfunduscope de Rodenstock, verre de Mainster Wide Field, lentille quadrasphérique de Volk).



2 Visualisation du fond d'œil à travers le panfunduscope de Rodenstock.

Tableau III. – Constantes utilisées au cours de la photocoagulation panrétinienne.

Diamètre
- verre à trois miroirs : 500 μm
- verres grand angle : 250 μm
Temps d'exposition
- 0,1 seconde
- 0,2 seconde en cas de marquage insuffisant
- 0,05 seconde en cas de photocoagulation douloureuse
Intensité
- intensité donnant un blanchiment franc et un diamètre de l'impact rétinien égal au diamètre du spot de visée

Longueur d'onde

Le choix de la longueur d'onde est relativement indifférent, car les lésions rétinienne, quelle que soit la longueur d'onde utilisée, sont semblables en dehors de la région maculaire [1] ; on utilise le plus souvent l'argon bleu-vert ou mieux l'argon monochromatique vert, ou de plus en plus le laser YAG doublé (532 nm).

L'utilisation du laser krypton, moins soumis aux phénomènes de diffraction, peut être préférable en cas de diminution de transparence de la cornée (notamment par hypertonie oculaire) ou de cataracte nucléaire. Le krypton, du fait de sa moindre absorption par l'hémoglobine, permet également dans certains cas, en présence d'une hémorragie du vitré minime ou modérée, de pratiquer une PPR non réalisable à l'argon ou au YAG doublé.

Constantes (tableau III)

Diamètre

Le diamètre le plus couramment utilisé avec le verre à trois miroirs est de 500 μm . Du fait d'un effet de réduction de l'image, la taille du spot de visée doit être réduite à 250 μm avec la lentille quadrasphérique comme avec les autres verres grand champ pour obtenir un impact rétinien de 500 μm . Il est essentiel de respecter la taille des impacts de 500 μm , car des impacts de petite taille laissent des cicatrices peu étendues en surface et en épaisseur, aboutissant à des PPR inefficaces au prix, qui plus est, d'un très grand nombre d'impacts.

Temps d'exposition

On utilise le plus souvent un temps d'exposition de 0,1 seconde ; un temps d'exposition de 0,2 seconde peut être nécessaire lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir un marquage rétinien suffisant malgré une intensité élevée avec des impacts de 0,1 seconde ; un temps d'exposition de 0,05 seconde, en augmentant parallèlement l'intensité, peut diminuer chez certains patients le caractère douloureux de la PPR avec une efficacité similaire.

Intensité

Il faut utiliser l'intensité qui permet d'obtenir un impact rétinien d'un blanc franc et de la taille du spot ; les impacts peu marqués, qui ont souvent une surface inférieure à celle du spot, donnent des cicatrices de petite taille et de faible épaisseur aboutissant à des PPR incomplètes et inefficaces.

Nombre d'impacts

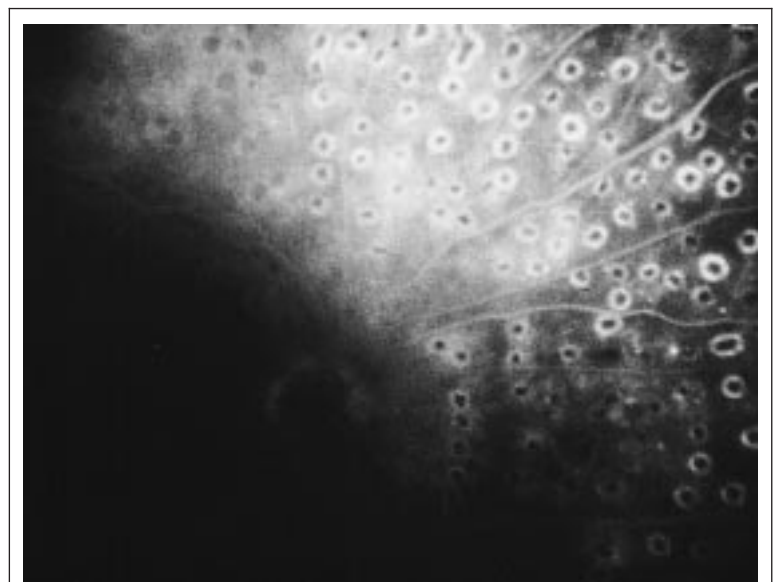
Trois types de PPR ont été décrits ; celle le plus largement recommandée et la plus répandue est la PPR dite « non confluyente ».

Photocoagulation panrétinienne confluyente (fig 3)

Elle réalise une « ablation rétinienne » complète en dehors du pôle postérieur par l'application de 5 000 impacts ou plus ; elle n'est le plus souvent pas



3 Photocoagulation panrétinienne « confluyente » (correspondant à environ 5 000 impacts de 500 μm).



4 Photocoagulation panrétinienne (PPR) « a minima » (impacts espacés correspondant à une PPR d'environ 1 000 impacts).

nécessaire et majore le risque d'effets secondaires, notamment réduction du champ visuel et vraisemblablement risque d'œdème maculaire.

Photocoagulation panrétinienne a minima (fig 4)

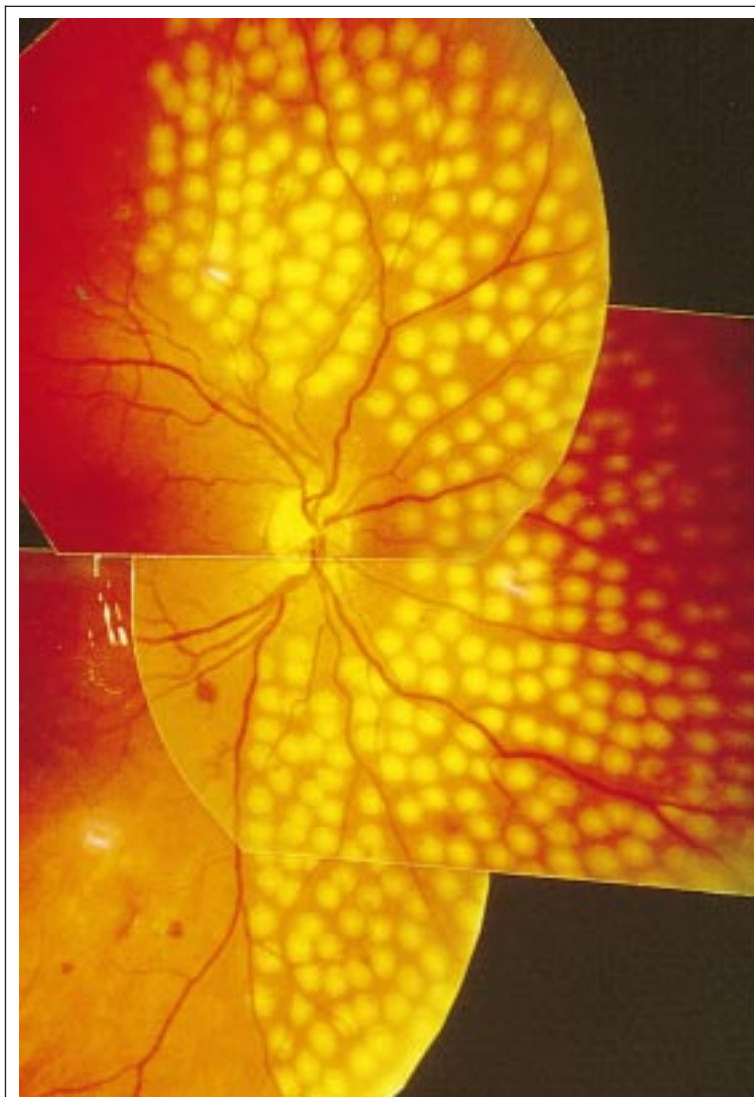
Il a été proposé à l'inverse des photocoagulations panrétiniennes de 1 000 impacts (*scatter photocoagulation*) qui peuvent être pratiquées en une seule séance ; elles sont le plus souvent insuffisantes et nécessitent ultérieurement un retraitement qui peut être difficile.

Photocoagulation panrétinienne non confluyente (fig 5)

Une PPR non confluyente de 2 000 à 3 000 impacts est généralement réalisée, car elle est le plus souvent suffisante avec le minimum d'effets secondaires. Elle correspond à des impacts placés de façon contiguë sans être confluentes : quatre à six séances de 500 impacts d'un diamètre de 500 μm permettent en général la réalisation d'une PPR.

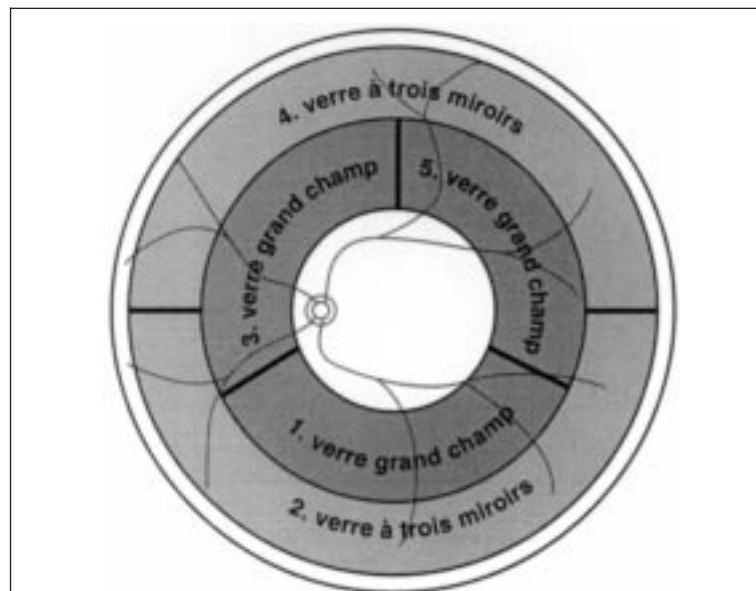
Schémas de réalisation

Différents schémas de réalisation sont possibles ; lorsque la PPR est réalisée à l'aide d'un verre grand champ, il est souvent nécessaire de compléter le traitement en avant de l'équateur au verre à trois miroirs ; une panphotocoagulation de 2 500 impacts peut par exemple être pratiquée en trois ou quatre séances de 500 impacts avec un verre grand champ et une ou deux séances au verre à trois miroirs (fig 6).



5 Aspect immédiat après une séance de photocoagulation panrétinienne « non confluyente » (500 impacts de 250 μm au panfunduscope de Rodenstock).

Il est recommandé de traiter dans un premier temps la rétine inférieure : en cas de survenue en cours de PPR d'une hémorragie du vitré, celle-ci est souvent déclive, permettant de terminer la PPR dans le secteur supérieur. Il est également souvent suggéré de traiter en dernier la région temporomaculaire, ce qui permettrait de minimiser le risque d'œdème maculaire.



6 Exemple de schéma de réalisation d'une photocoagulation panrétinienne de 2 500 impacts en cinq séances (trois séances avec un verre grand angle, deux séances au verre à trois miroirs) ; la rétine inférieure est traitée dans un premier temps, suivie de la rétine supérieure, pour terminer par la région temporomaculaire.

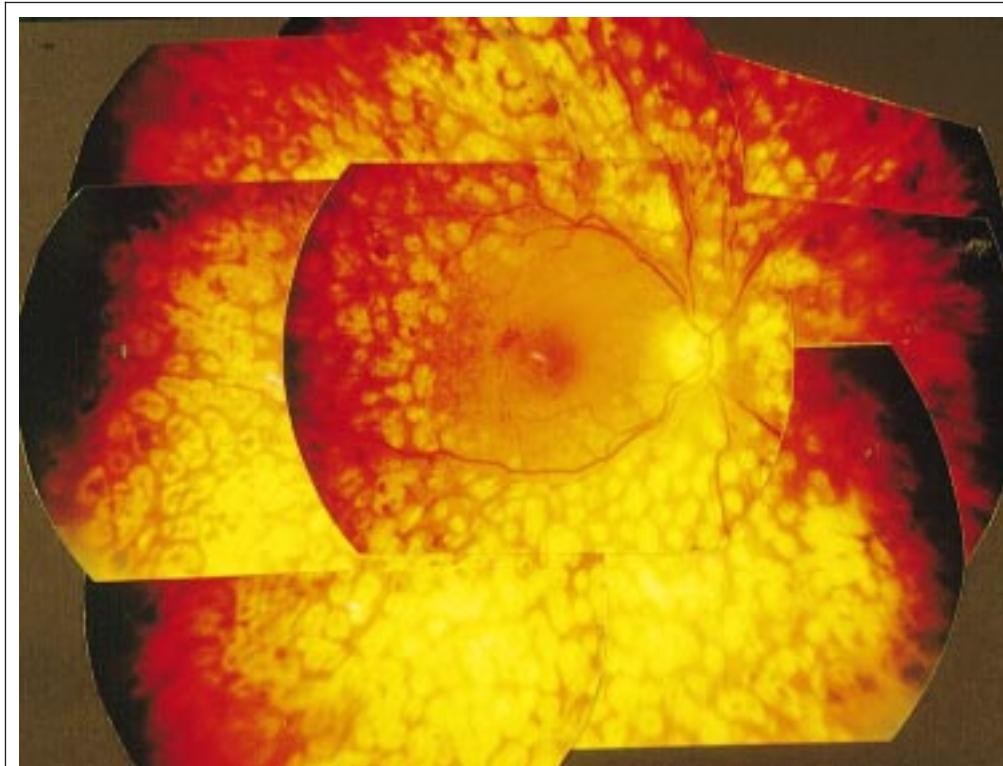
L'espace dans le temps des séances est variable en fonction de la sévérité de la rétinopathie diabétique (cf supra).

Résultats de la photocoagulation panrétinienne (fig 7, 8, 9)

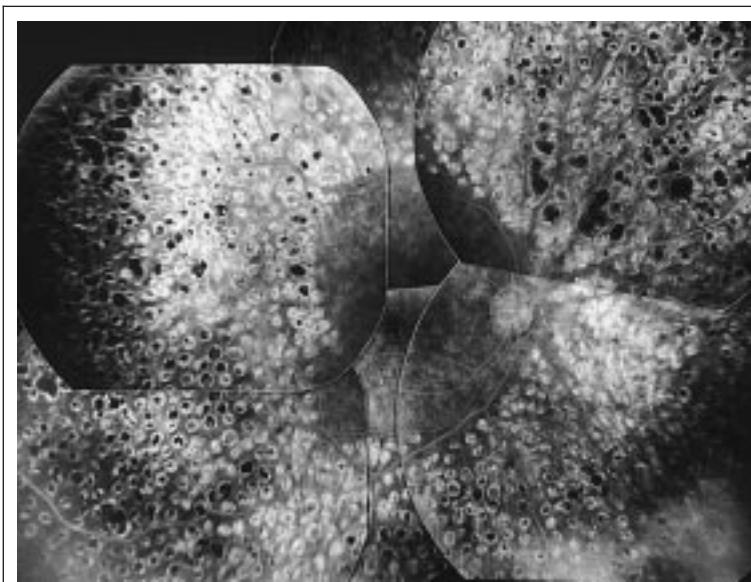
Régression des néovaisseaux

La régression des néovaisseaux est obtenue dans la majorité des cas dans les 3 mois suivant la PPR. La non-régression des néovaisseaux peut faire envisager un complément de panphotocoagulation ; il est également parfois possible de pratiquer l'occlusion par un traitement direct des néovaisseaux pré-rétiniens résiduels ; dans le cas d'un néovaisseau pré-rétinien résiduel isolé, sans néovascularisation irienne, une simple surveillance peut être suffisante.

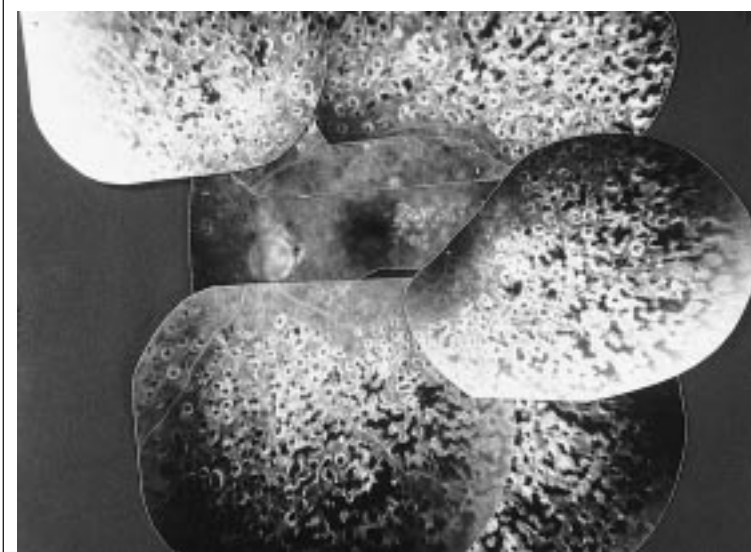
La persistance de néovaisseaux prépapillaires 3 ou 4 mois après la fin de la PPR est plus problématique : elle nécessite un retraitement entre les impacts cicatriciels, souvent plus difficile et plus douloureux que le traitement initial,



7 Aspect cicatriciel après photocoagulation panrétinienne (montage rétinographique).



8 Aspect cicatriciel après photocoagulation panrétinienne (montage angiographique).



9 Montages angiographiques panoramiques : rétinopathie diabétique proliférante avant et après photocoagulation panrétinienne.

ou encore un complément de PPR au verre à trois miroirs si la photocoagulation est incomplète en périphérie.

Effets secondaires et complications (tableau IV) [21]

Le patient doit toujours être informé avant de débiter le traitement de la possibilité d'effets secondaires ou de complications : en l'absence d'information claire, la survenue d'une baisse d'acuité visuelle risque en effet d'amener le patient à interrompre le traitement avant qu'il n'ait pu être terminé.

Tableau IV. – Effets secondaires et complications de la photocoagulation panrétinienne.

Effets secondaires

- rétrécissement du champ visuel
- héméralopie
- éblouissement

Complications

- décollement séreux rétinien ou décollement choroïdien
- œdème maculaire cystoïde (OMC) :
 - apparition d'un OMC en cours de traitement
 - aggravation d'un OMC préexistant
- hémorragie du vitré
- aggravation d'une prolifération fibrovasculaire (prolifération fibrovasculaire évolutive)

Effets secondaires

Il est important de signaler au patient avant la réalisation de la PPR le risque d'effets secondaires souvent irréversibles qui peuvent entraîner une gêne dans la vie courante, notamment dans la vie professionnelle : rétrécissement du champ visuel, héméralopie, éblouissement en sont les principaux.

Complications

Décollement séreux rétinien ou décollement choroïdien

Un décollement séreux rétinien ou un décollement choroïdien transitoires sont occasionnellement observés.

Œdème maculaire

La survenue ou l'aggravation d'un œdème maculaire est la principale complication de la PPR : il peut s'agir de l'apparition d'un œdème maculaire au décours de la PPR, souvent régressif, ou de l'aggravation d'un œdème maculaire préexistant et l'aggravation est alors souvent définitive.

Le risque d'apparition d'un œdème maculaire semble pouvoir être minimisé par des séances ne dépassant pas 500 impacts de 500 µm et par l'espacement des séances ; sa persistance plusieurs mois après la PPR peut amener à pratiquer une photocoagulation maculaire en grille (fig 10). Un œdème maculaire persistant malgré une photocoagulation en grille peut faire discuter un complément de photocoagulation maculaire (souvent difficile) ou encore la réalisation d'une vitrectomie s'il existe à l'examen biomicroscopique des éléments évoquant un œdème maculaire tractionnel [7, 12].

En présence d'un œdème maculaire préexistant, compte tenu du risque d'aggravation irréversible, les indications d'une photocoagulation maculaire doivent être posées assez largement et celle-ci doit être réalisée avant la mise en route de la PPR. Le traitement de l'œdème maculaire peut être pratiqué au cours de la première séance de PPR si celle-ci est urgente ; dans les autres cas, il est préférable de pratiquer dans un premier temps la photocoagulation maculaire et débiter la PPR quelques semaines plus tard (rétinopathie diabétique préproliférante ou RDP débutante).

Hémorragie du vitré

La survenue d'une hémorragie du vitré n'est pas rare au cours de la panphotocoagulation ; une hémorragie du vitré minime ou modérée, déclive, permet souvent de terminer la PPR si l'on a pris la précaution de traiter dans un premier temps la rétine inférieure ; une hémorragie du vitré massive persistante peut amener à envisager une vitrectomie.

Aggravation d'une prolifération fibrovasculaire

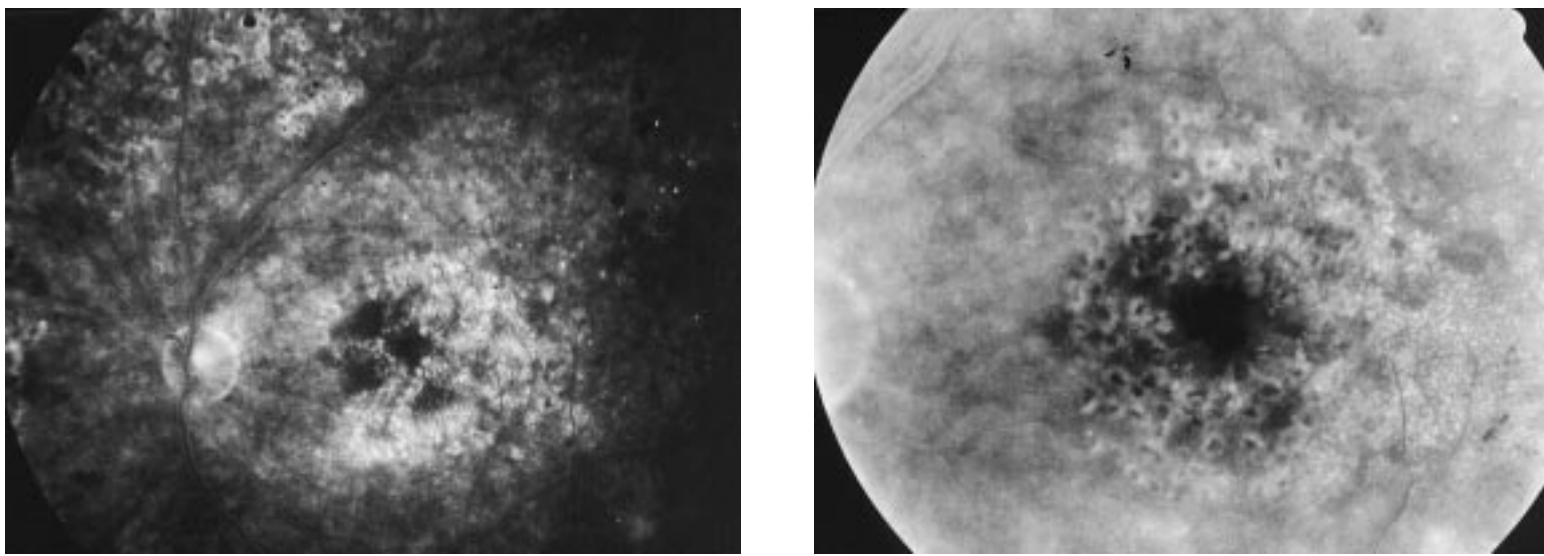
L'aggravation d'une prolifération fibrovasculaire (prolifération fibrovasculaire évolutive) peut être observée malgré la PPR, notamment dans des rétinopathies diabétiques proliférantes sévères chez des diabétiques de type 1. Elle peut entraîner une baisse d'acuité visuelle par rétraction maculaire ou par décollement de rétine par traction et amener à interrompre la PPR pour pratiquer une vitrectomie.

•
•

La PPR est le seul traitement efficace de la RDP ; son efficacité a été dans un premier temps démontrée par la DRS dans le traitement des RDP « à haut risque » ; ses indications se sont par la suite élargies à toutes les RDP même débutantes et à certaines RDPP.

Le protocole de traitement le plus habituel consiste en la réalisation d'une PPR de 2 000 à 3 000 impacts de 500 µm en quatre à six séances de 500 impacts.

La principale complication de la PPR est l'œdème maculaire cystoïde, dont il faut tenter de minimiser le risque par l'espacement des séances chaque fois que cela est possible.



10 Œdème maculaire cystoïde en cours de photocoagulation panrétinienne (avant et après photocoagulation maculaire en grille).

Références

- [1] Blankenship GW. Red krypton and blue-green argon panretinal laser photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy: a laboratory and clinical comparison. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1986 ; 84 : 967-1003
- [2] De Laey JJ. Complications de la photocoagulation de la rétinopathie diabétique. *Diabete Metabol* 1993 ; 19 : 430-435
- [3] Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Early photocoagulation for diabetic retinopathy. ETDRS report number 9. *Ophthalmology* 1991 ; 98 : 766-785
- [4] Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Grading diabetic retinopathy from stereoscopic color fundus photographs. An extension of the modified Airlie House classification. ETDRS report number 10. *Ophthalmology* 1991 ; 98 : 786-806
- [5] Klein R, Klein BE, Magli YL, Brothers RJ, Meuer SM, Moss SE et al. An alternative method of grading diabetic retinopathy. *Ophthalmology* 1986 ; 93 : 1183-1187
- [6] L'Esperance FA Jr. *Ophthalmic lasers* [3rd ed]. St Louis : Mosby, 1989 : 13-32
- [7] Lewis H, Abrams GW, Blumenkranz MS, Campo RV. Vitrectomy for diabetic macular traction and edema associated with posterior hyaloidal traction. *Ophthalmology* 1992 ; 99 : 753-759
- [8] Massin P, Angioi-Duprez K, Bacin F, Cathelineau B, Cathelineau G, Chaîne G et al. Dépistage, surveillance et traitement de la rétinopathie diabétique. Recommandations de l'ALFEDIAM. *Diabetes Metab* 1996 ; 22 : 203-209
- [9] Pagot V, Mathis A, Simorre-Pinatel V. Photocoagulation panrétinienne. *Réalités Ophtalmologiques* 1996 ; 38 : 23-28
- [10] The Diabetic Retinopathy Study Group. Photocoagulation treatment of proliferative diabetic retinopathy : the second report of Diabetic Retinopathy Study findings. *Ophthalmology* 1978 ; 85 : 82-106
- [11] The Diabetic Retinopathy Study Research Group. Four risk factors for severe visual loss in diabetic retinopathy. The third report from the Diabetic Retinopathy Study. *Arch Ophthalmol* 1979 ; 97 : 654-655
- [12] Van Effenterre G, Guyot-Argenton C, Guiberteau B, Hany I, Lacotte JL. Œdèmes maculaires induits par la contraction de la hyaloïde postérieure dans la rétinopathie diabétique. Traitement chirurgical sur une série de 22 cas. *J Fr Ophtalmol* 1993 ; 16 : 602-661