



M. ASSOULINE¹, T. GUEDJ², L. BESSEDE³

¹ Ophtalmologiste, Clinique de la Vision, PARIS,

² Clinique de la Vision, PARIS,

³ Centre Léna vision, PARIS.

dr.assouline@gmail.com

Les photoablations thérapeutiques

Nous avons participé au début des années 1990 au développement pionnier de la photoablation thérapeutique au laser Excimer (PTK) dans l'équipe du Pr Yves Poulliquen, à l'Hôtel-Dieu de Paris [1].

L'utilisation du laser Excimer comme outil chirurgical à visée non réfractive s'est révélée rapidement très fructueuse, après quelques ajustements techniques destinés à optimiser le compromis entre l'importance de l'ablation tissulaire requise et son retentissement réfractif indésirable [2,3].

Les principes techniques et la classification des indications sont restés assez stables pendant plus de 20 ans. Depuis, la pratique de la PTK s'est enrichie grâce aux remarquables progrès de l'imagerie de la cornée (topographie, aberrométrie, polarimétrie, microscopie confocale, OCT stromal et épithélial) d'une meilleure compréhension des effets optiques de la modification de la forme de la cornée et de sa cicatrization [4], et également de l'apport de la photoablation guidée par la topographie ou l'aberrométrie.

Les indications classiques de la PTK ont pour objectifs de :

>>> Promouvoir l'ancrage épithélial

- Dystrophie de Cogan (*map – dot – fingerprint*)
- Érosions récurrentes post-traumatiques (REE)

>>> Restaurer la transparence et la régularité de la surface cornéenne

- Ablation/lissage d'un excès cicatriciel (métaplasie fibroblastique/granulome)
 - Nodule apical (kératocône)
 - Ilôts de Fuchs (ptérygion)
 - Kératite nodulaire (adénovirus EKC)

- Dégénérescence nodulaire de Salzmann
- Métaplasie fibreuse post-greffe
- Chéloïde cornéenne
- Surcharges
 - Kératite en bandelette
 - Dystrophies stromales antérieures (Groenouw 1, Avellino, Haab-Dimer, Reis-Bucklers)
 - Compensation/lissage d'une perte de substance stromale
 - Leucomes/néphéliions (Scars)

À ces indications classiques se sont ajoutées des indications plus récentes visant à optimiser la qualité optique de la cornée :

>>> Retraitement des complications de la chirurgie réfractive photoablativ

- Décentrement
- Zone optique étroite
- Îlots centraux
- Accident de découpe du volet dans l'air pupillaire
- Haze cicatriciel
- Lissage des plis du volet
- Prévention des récurrences des invasions épithéliales de l'interface

>>> Traitement optique initial ou secondaire du kératocône

- Photoablation guidé par l'aberrométrie
- Photoablation guidée par la topographie

>>> Traitement du *rainbow glare*

- Lissage des patterns disruptifs du laser femtoseconde responsables d'interférence constructives (Gatinel)

Les principes techniques des PTK sont relativement faciles à comprendre, si ce n'est à appliquer :

>>> Favoriser le lissage de la surface cornéenne

- Ablation transépithéliale
- Masque fluide et séchage sélectif à l'éponge

>>> Gérer la profondeur d'ablation

- Évaluation préopératoire (OCT cornéen, biomicroscopie)
- Contrôle peropératoire (lumière éteinte, effet acoustique, simulation épithéliale au BSS)

>>> Planifier la forme et la puissance réfractive de la surface cornéenne résultante

- Rester réfractivement neutre
 - Alternier phases successives en mode myopique et hypermétropique avec les zones optiques les plus larges possibles,
 - Éviter impérativement le mode PTK proposé par le constructeur, basé sur une ablation à faces parallèles sur une zone optique étroite
- Laisser 400 microns de stroma résiduel
- Obtenir une surface prolate

Nous avons rapporté (Congrès annuel de la SAFIR, Paris, mai 2017) les résultats d'une série personnelle de 298 cas consécutifs de PTK opérés à la Clinique de la Vision de 1998 à 2017.

La répartition des indications (*fig. 1*) fait apparaître 6 situations cliniques plus fréquentes :

- la dystrophie de Cogan (n = 94) ;
- les kératolgies récidivantes post-traumatiques (n = 28) ;
- les traitements optiques du kératocône (n = 42) ;
- les nodules cicatriciels apicaux du kératocône (n = 18) ;
- les dégénérescences nodulaires de Salzmann (n = 26) ;
- les kératites en bandelette (n = 39).

Les gains d'acuité visuelle corrigée sont fonction des types d'indications (*fig. 2*) et sont significativement plus importants dans les traitements optiques du kératocône.

Ce gain d'acuité moyen ne reflète cependant pas la diversité des cas individuels, mieux représentée par des graphes de distribution par indication (*fig. 3*).

Le coût tissulaire (variation pachymétrique postopératoire) dépend également de l'indication opératoire qui conditionne

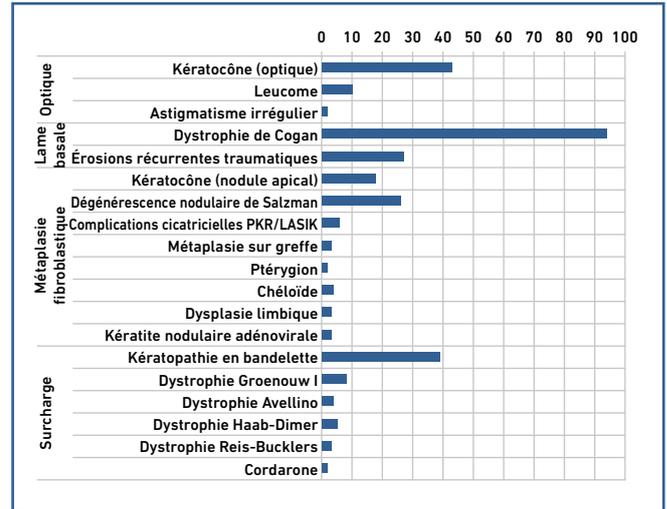


Fig. 1 : Indications des PTK (n = 298, ©M. Assouline CLV 1998-2017).

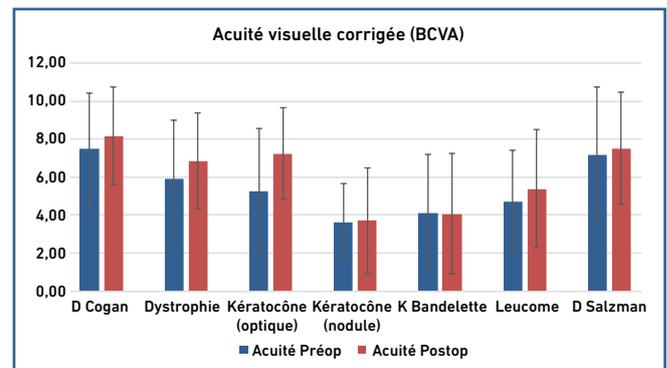


Fig. 2 : Résultats visuels des PTK (n = 298, ©M. Assouline CLV 1998-2017).

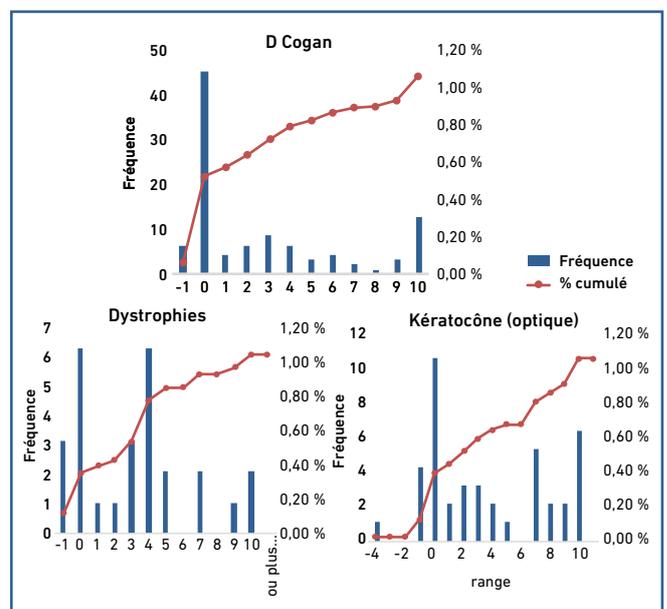


Fig. 3 : Distribution des gains d'acuité visuelle en fonction de l'indication.

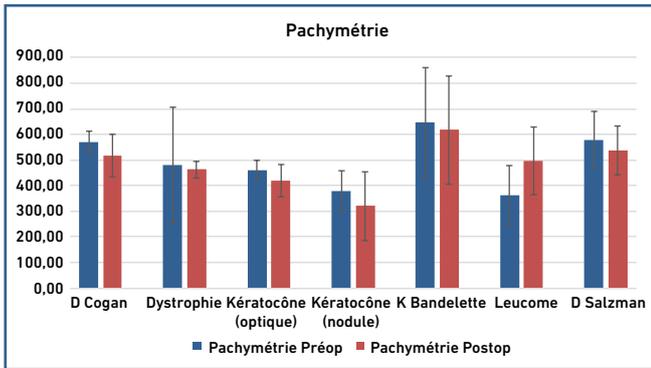


Fig. 4 : Variation pachymétrique postopératoire après PTK (n = 298, ©M. Assouline CLV 1998-2017).

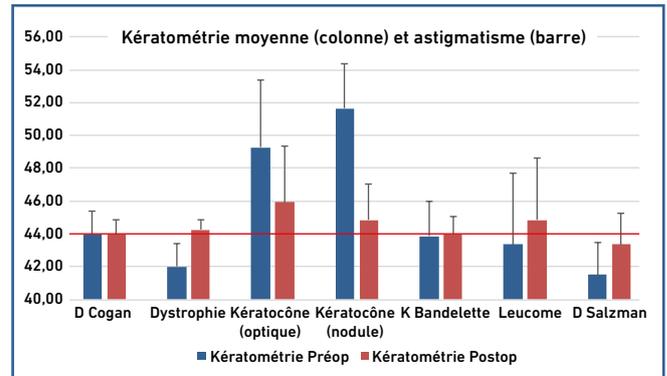


Fig. 5 : Évolution de la kératométrie et de l'astigmatisme (n = 298, ©M. Assouline CLV 1998-2017).

la technique ablative employée (fig. 4) et semble relativement modéré et donc acceptable.

La qualité des méthodes de PTK sélective (planification réfractivement neutre et prolatisation) spécifiquement employées dans cette série se traduit de façon remarquable par l'évolution postopératoire de la kératométrie moyenne et de l'astigmatisme (fig. 5).

On observe en effet une “convergence” des kératométries postopératoires vers 44 D et une réduction de l'astigmatisme dans tous les groupes.

Les protocoles thérapeutiques visent en effet, en fonction de la topographie préopératoire, à aplatir les zones cornéennes trop cambrées et à cambrer les zones cornéennes trop plates, tout en maintenant ou en obtenant un certain

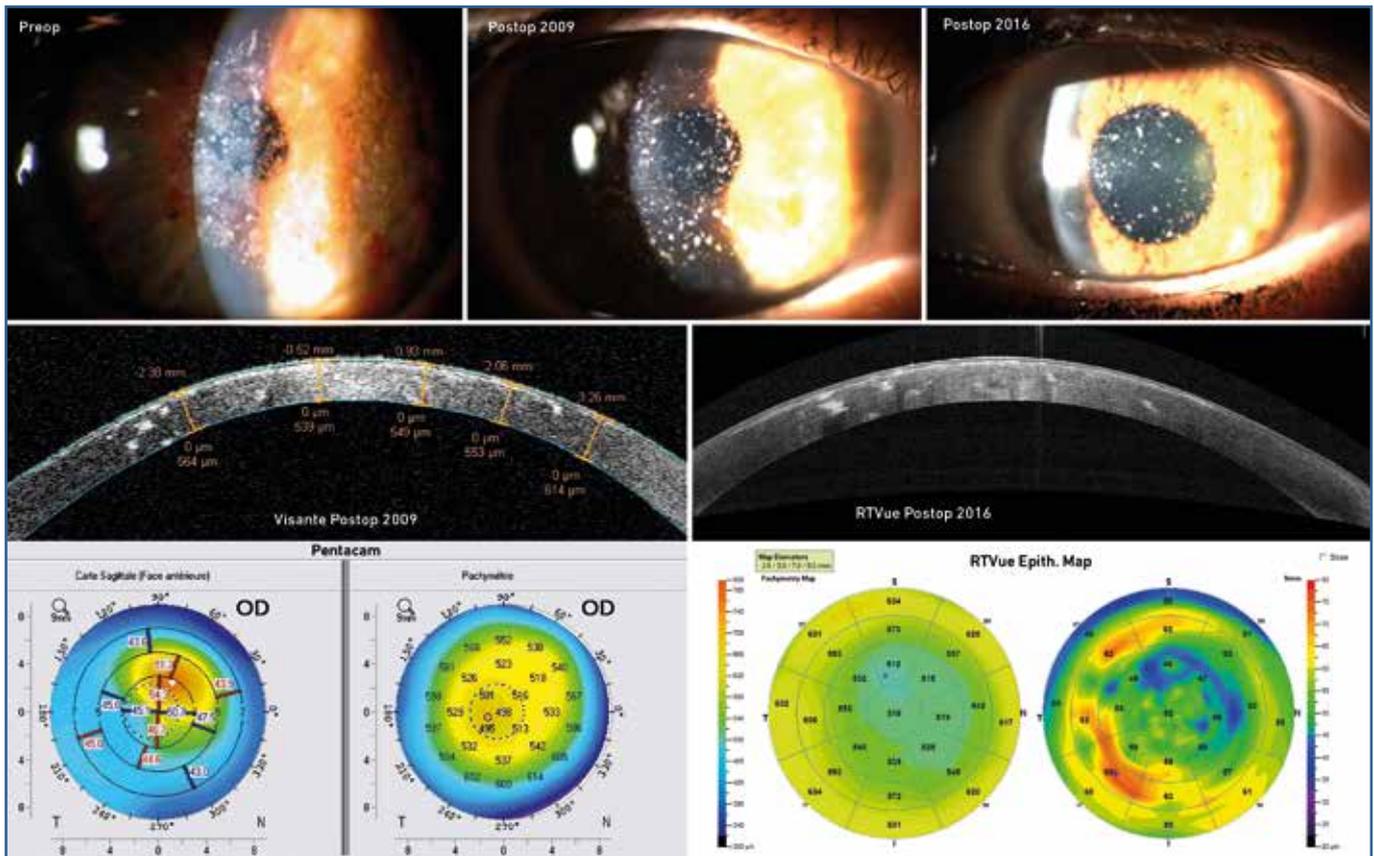


Fig. 6 : Dystrophie de Groenouw type 1 (Granular Corneal Dystrophy).

degré de prolativité (cornée centrale plus cambrée que la cornée périphérique).

Dans les dystrophies de Cogan et les kératalgies récidivantes, l'objectif est de réaliser l'ablation la plus large possible de la lame basale épithéliale pathologique sur 10 à 15 microns d'épaisseur. Une séquence d'ablation hypermétropique (+0.5 D, 7 mm) et myopique (-0.50D, 8 mm) permet d'obtenir un traitement suffisamment étendu (10 mm) et réfractivement neutre.

Dans les dystrophies stromales antérieures (**fig. 6 à 8**), l'objectif est de réaliser l'ablation des opacités centrales sur une profondeur suffisante (compatible avec une transparence correcte de la cornée après épithélialisation) tout en lissant la surface et en évitant impérativement d'induire une hypermétropie liée à une ablation centrale exclusive.

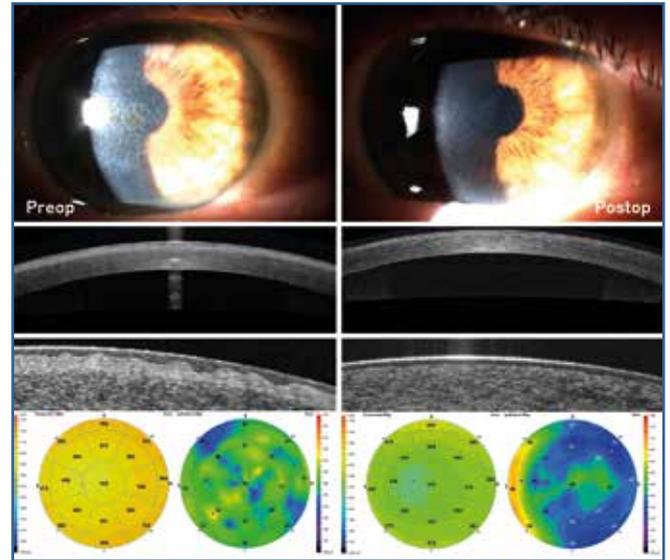


Fig. 7 : Dystrophie de Reis-Bucklers (*Reis Bucklers' Dystrophy*).

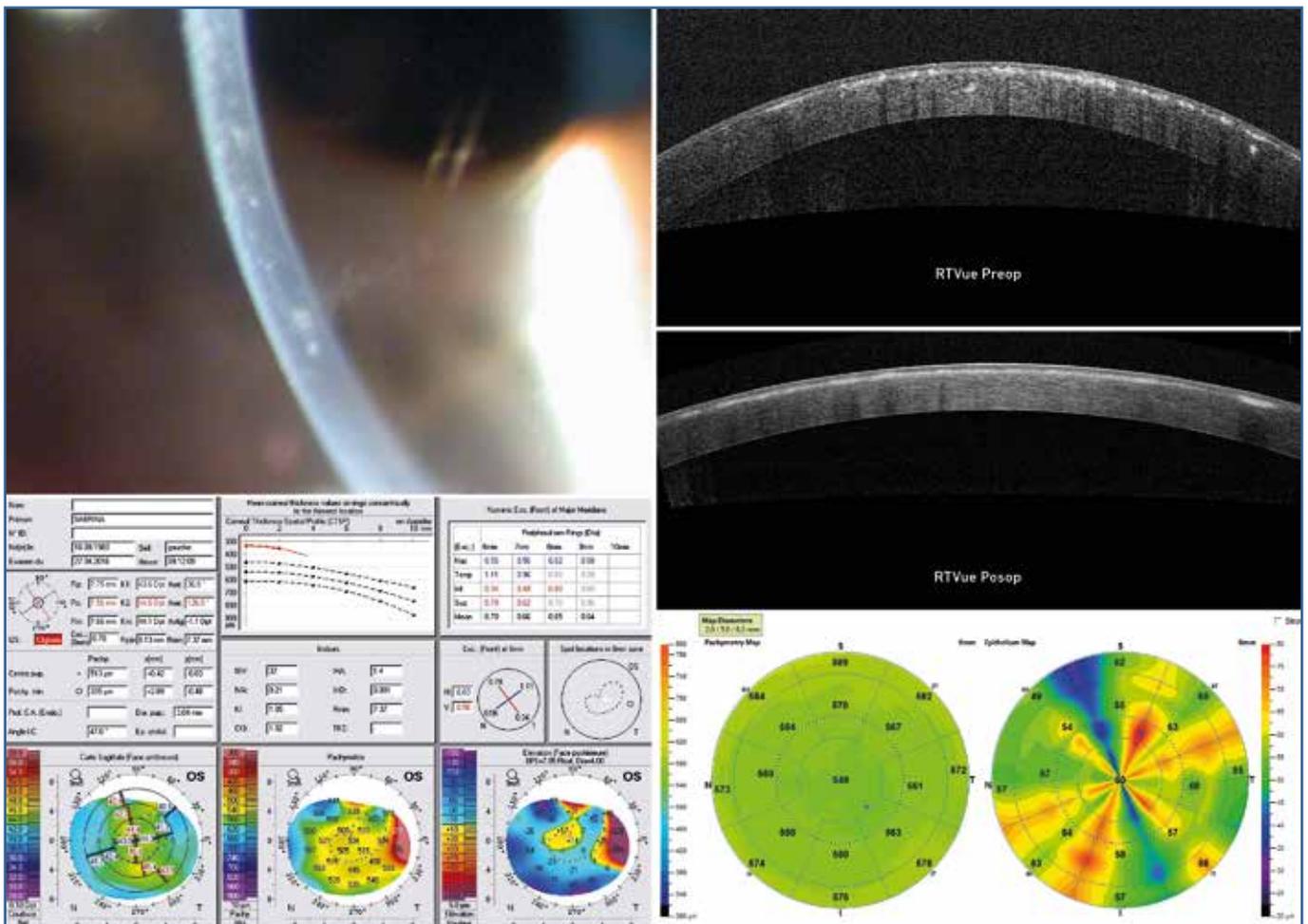


Fig. 8 : Dystrophie grillagée de Haab-Dimer (*Lattice Dystrophy*).

En effet, une ablation centrale de 80 microns de profondeur en mode PTK constructeur sur 7 mm de diamètre induit typiquement une hypermétropie de + 5D.

Nous avons donc mis au point une séquence thérapeutique originale, alternant ablations hypermétropique et myopique successives sous contrôle biomicroscopique des lésions résiduelles, qui permet de conserver une réfraction et une prolaticité satisfaisante, ce que démontre l'augmentation de kératométrie moyenne de 2D dans notre série.

Les traitements PTK du kératocône à visée optique, guidés par la topographie ou l'aberrométrie (selon l'amplitude de la déformation à traiter) permettent de réduire considérablement la kératométrie moyenne, l'asphéricité et le coma cornéen, avec un coût tissulaire très raisonnable (car la zone de traitement est généralement assez étroite) et un important bénéfice fonctionnel. Dans ce cas la cornée est rendue plus oblate, en programmant une prolaticité cible proche de la normale. Ces traitements contribuent à normaliser la fonction visuelle, et ainsi à réduire le frottement oculaire chronique liée à la fatigue visuelle et source d'aggravation de la déformation évolutive de la cornée. Mécaniquement (équation de Laplace-Gauss), une cornée moins cambrée aura moins tendance à s'amincir. Notre expérience depuis 10 ans suggère que ces PTK ne doivent pas obligatoirement être associées aux techniques de photopolymérisation UVA/riboflavine (*cross-linking*) pour obtenir une bonne stabilisation de la forme de la cornée.

Le traitement PTK est appliqué dans le kératocône :

- en première intention dans les cas où l'acuité visuelle (meilleure que 9/10) et la réfraction (hypermétropique) constituent une mauvaise indication pour les segments intracornéens ;
- en deuxième intention dans les cas où la mise en place de segments intrastromaux n'a pas donné de résultats fonctionnels suffisant (**fig. 9**).

Dans le traitement des nodules cicatriciels apicaux du kératocône avancé (hyperplasie fibroblastique métaplasique sous épithéliale, secondaire aux ruptures de la couche de Bowman et au frottement mécanique de la lentille de contact), nous avons mis au point un protocole très spécifique pour éviter d'amincir le sommet du cône, dont la pachymétrie est généralement déjà très réduite. Il est généralement très difficile ou impossible de faire un pelage mécanique de cette lésion (contrairement aux lésions similaires de la dégénérescence nodulaire de Salzmann). Nous effectuons donc une désépithélialisation très localisée à l'aide l'un instrument étroit (branche d'une pince de Troutman par exemple) en réclinant l'épithélium en

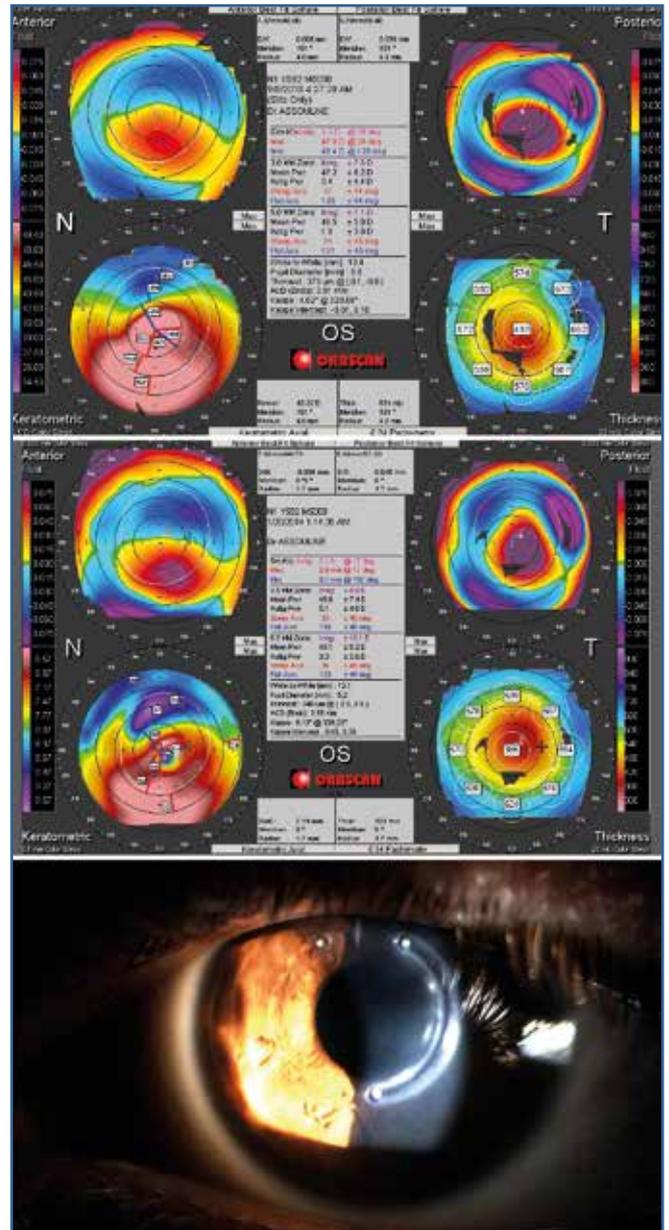


Fig. 9 : PTK/PRK guidée par la topographie dans le kératocônePreop: BCVA -13.50 (-4.50) 90° = 2/10 (post Keraring x2) Postop: BCVA +3.00 (-4.75) 115° = 9/10 UCVA = 9/10.

périphérie du nodule pour protéger la zone de cornée saine adjacente. Nous appliquons ensuite un profil ablatif de type myopique (par exemple -8D sur 4 mm de ZO) afin de faire une ablation très sélective du nodule associée à une zone de transition transépithéliale progressive. Ce protocole permet de réduire considérablement l'irrégularité de surface (cause d'une intolérance au port de lentilles) et l'hyperprolaticité cornéenne. La réduction d'asphéricité et de coma cornéennes qui en résulte s'accompagne très souvent d'une amélioration

importante de l'acuité visuelle et de la réfraction, indépendante du gain de transparence, le nodule étant le plus souvent en dehors de l'axe visuel utilisé par le sujet (**fig. 10**). Une récurrence focale est possible après quelques années.

Dans les kératites en bandelette, des dépôts calciques s'incrustent initialement en périphérie de la cornée et sont donc plus épais à ce niveau qu'au centre lorsqu'ils commencent à envahir l'aire pupillaire et à gêner la vision. Il est donc logique de proposer un traitement de type cylindre hypermétropique (double lunule périphérique horizontale) complété par une ablation myopique centrale. La variation kératométrique se fait dans le sens d'une légère augmentation de la

prolaticité cornéenne, favorable à la vision de près et d'un effet réfractif relativement neutre.

Les leucomes posent des problèmes plus difficiles car la zone cornéenne amincie et irrégulière siège au centre. La démarche diagnostique préopératoire est importante pour déterminer si l'opacité ou l'irrégularité de la cornée est le facteur prédominant qui explique principalement la limitation visuelle. Un test en lentille rigide, une analyse soigneuse de la topographie, de l'aberrométrie et de l'OCT cornéen permet de juger du bénéfice potentiel d'une PTK pour régulariser la surface cornéenne (et moins souvent améliorer la transparence de la cornée centrale).

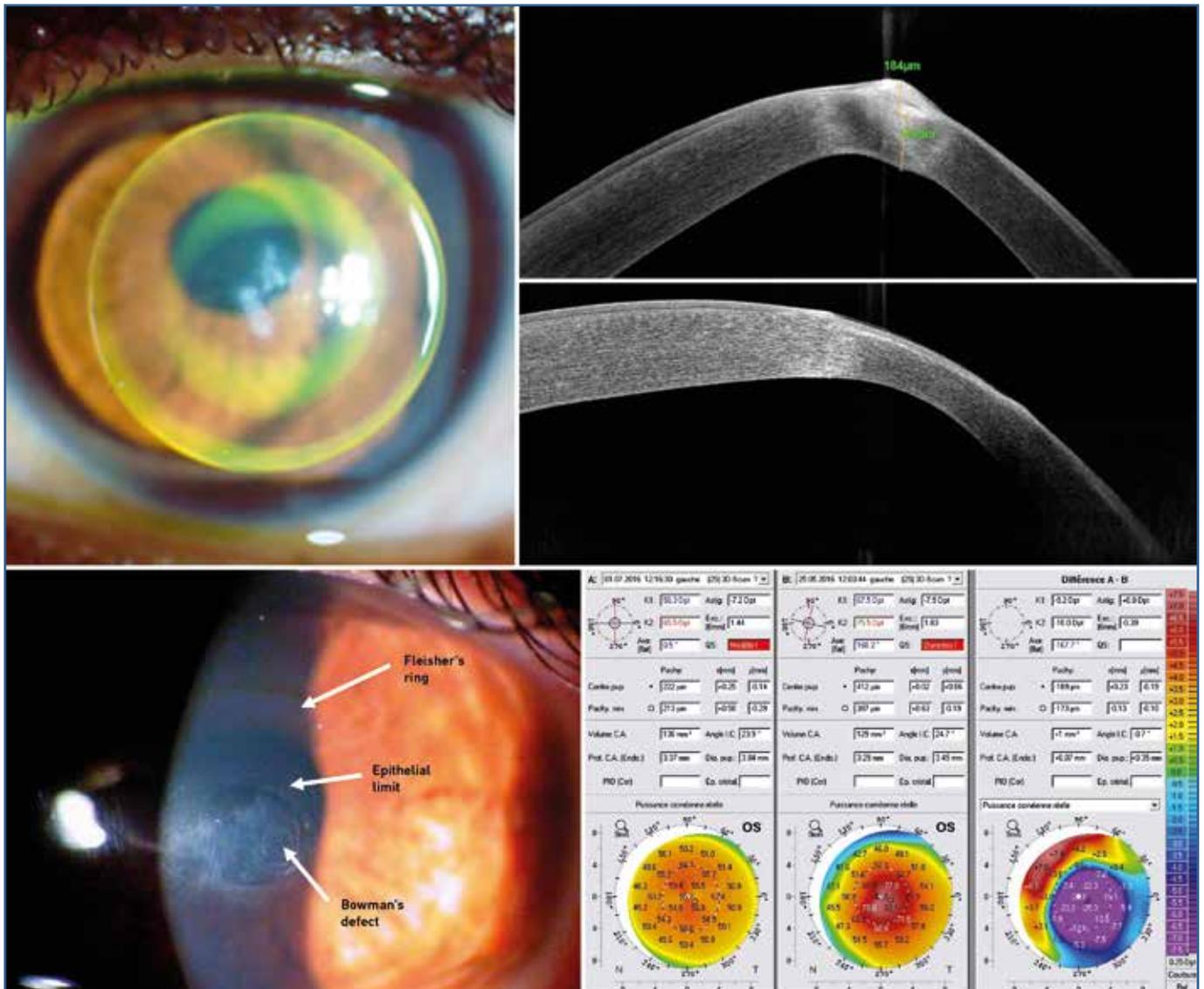


Fig. 10: Ablation d'un nodule apical dans le kératocône.

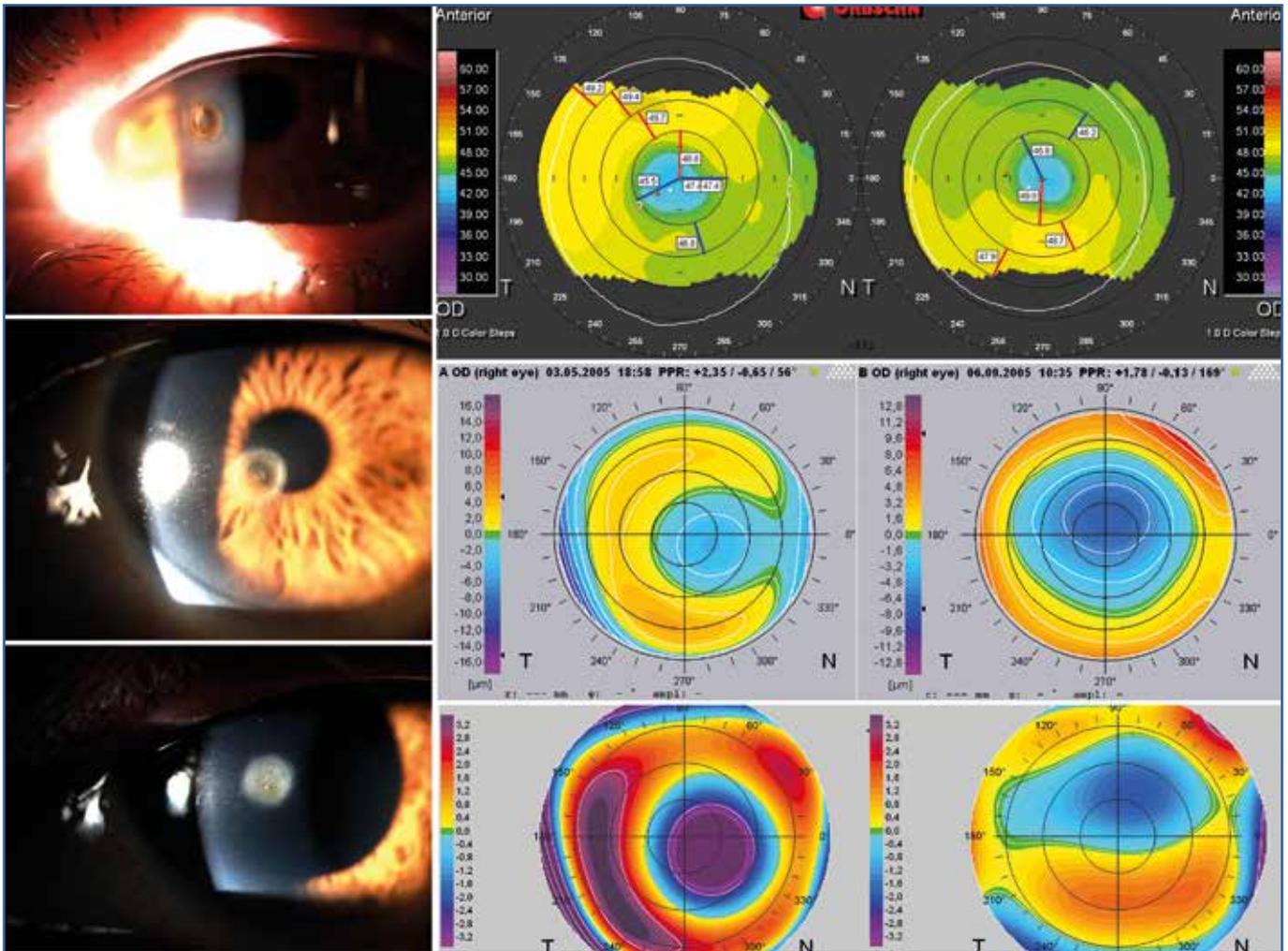


Fig. 11 A : Néphélion/leucome sur corps étranger.

Dans le cas d'un néphélion central, c'est l'irrégularité centrale qui est en cause et peut être améliorée par une ablation guidée par l'aberrométrie (*fig. 11A et B*).

Dans le cas d'une cicatrice post PKR sur volet de LASIK pour des corrections extrêmes réalisées en Tunisie, c'est également la correction du décentrement, plus que l'amélioration de la transparence cornéenne par l'ablation du haze qui permet d'améliorer la vision (*fig. 12A et B*).

Dans le cas d'une cicatrice de sortie de lame de microkératome dans l'aire pupillaire, pour un LASIK réalisé en Suisse, la cicatrisation spontanée de la cornée pendant 2 ans suivie d'une PTK par alternance de photoablation hypermétropique et myopique puis guidée par la topographie permet une régularisation de la forme cornéenne compatible avec une vision normale (*fig. 13A et B*).

Les nodules cicatriciels en relief de la dégénérescence de Salzmann sont en général responsable d'un trouble de l'étalement des larmes et d'une hypermétropie induite par aplatissement relatif du centre de la cornée. Leur pelage mécanique au scarificateur de Desmarres, suivi d'un lissage par photoablation en mode hypermétropique étendu se traduit le plus souvent par une majoration de la prolaticité cornéenne. La récurrence de ces nodules est possible mais assez rare, contrairement aux chéloïdes pathologiques (*fig. 14A et B*).

Dans toutes ces indications, nous recommandons l'utilisation de la mitomycine C topique peropératoire (0,02 % pendant 10 à 20 secondes).

En conclusion, la pratique de la PTK qui est assez simple pour de nombreuses indications, nécessite pourtant une excellente compréhension des effets biologiques et surtout

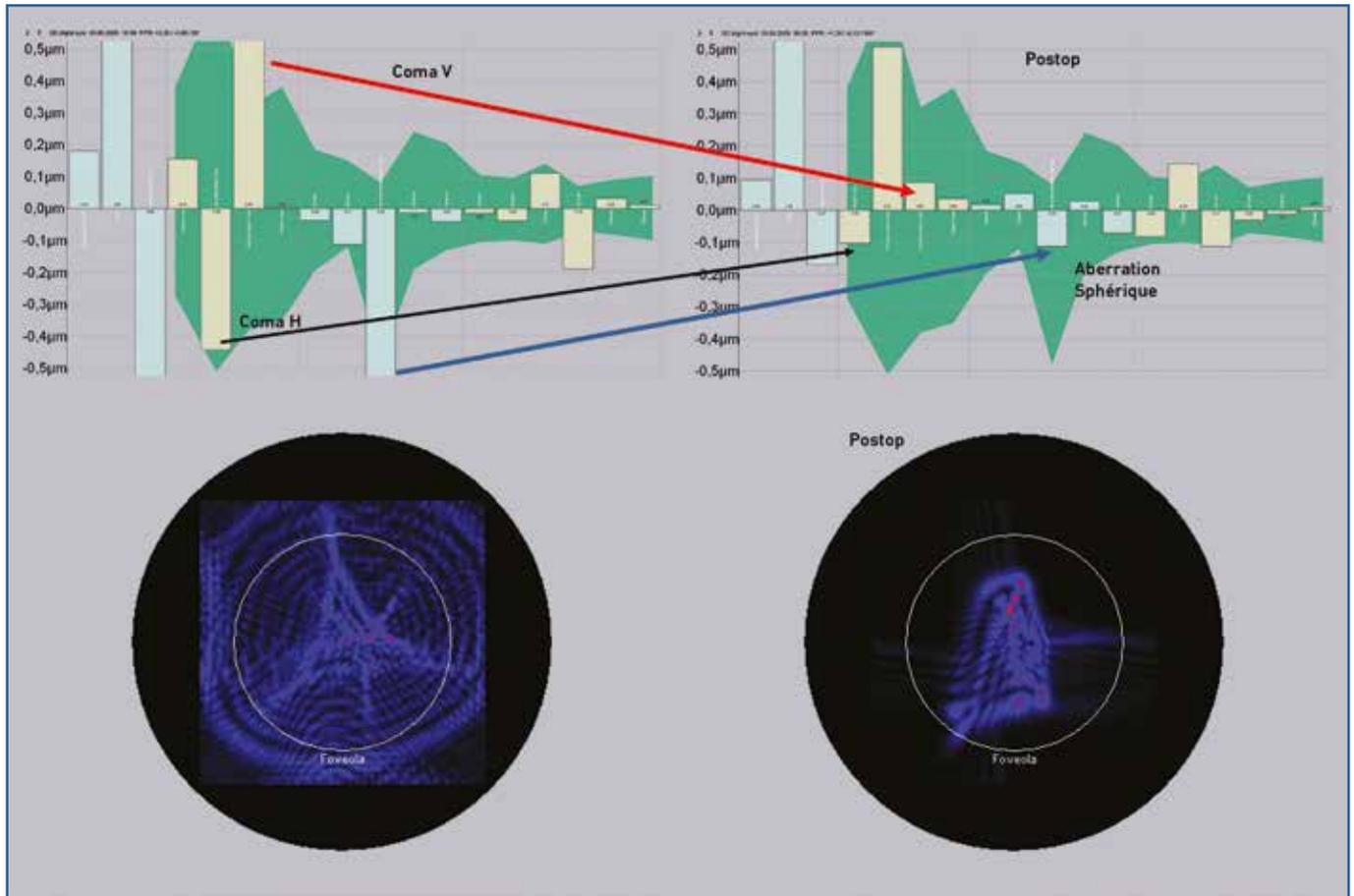


Fig. 11B : Néphélieon/leucome sur corps étranger : correction des aberration d'ordre supérieur.

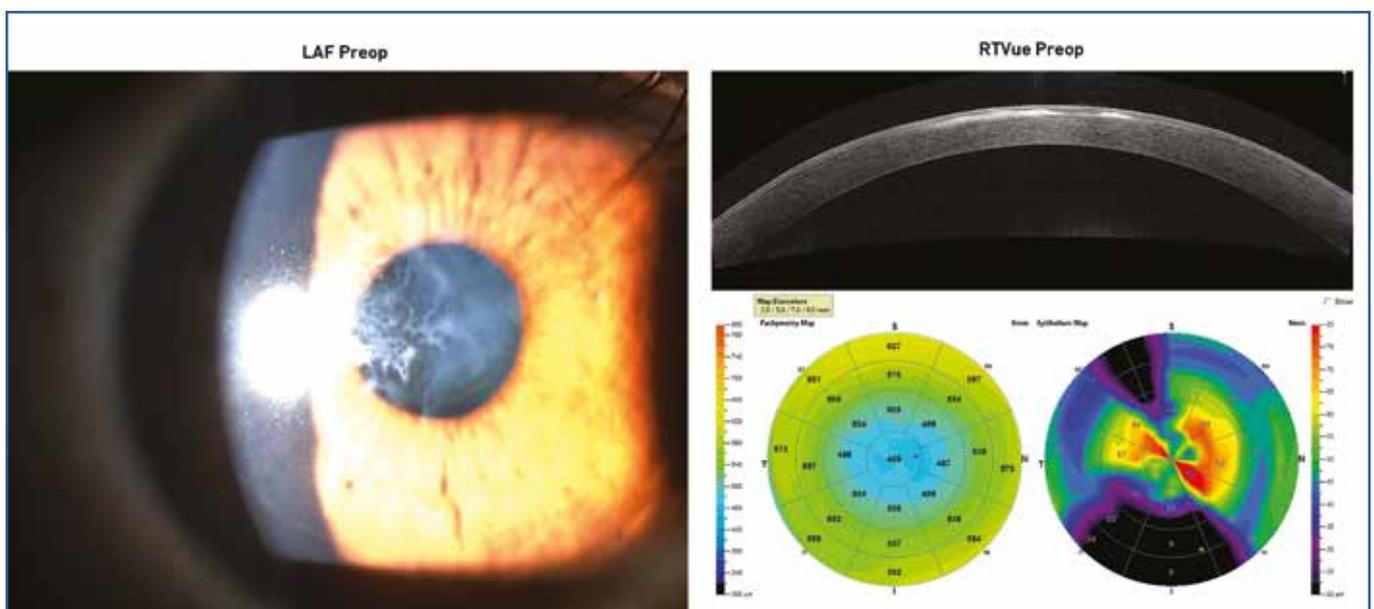


Fig. 12A : Haze Grade 4 : PTK guidée par la topographiePost -10 D PRK on LASIK (Preop -13 D).

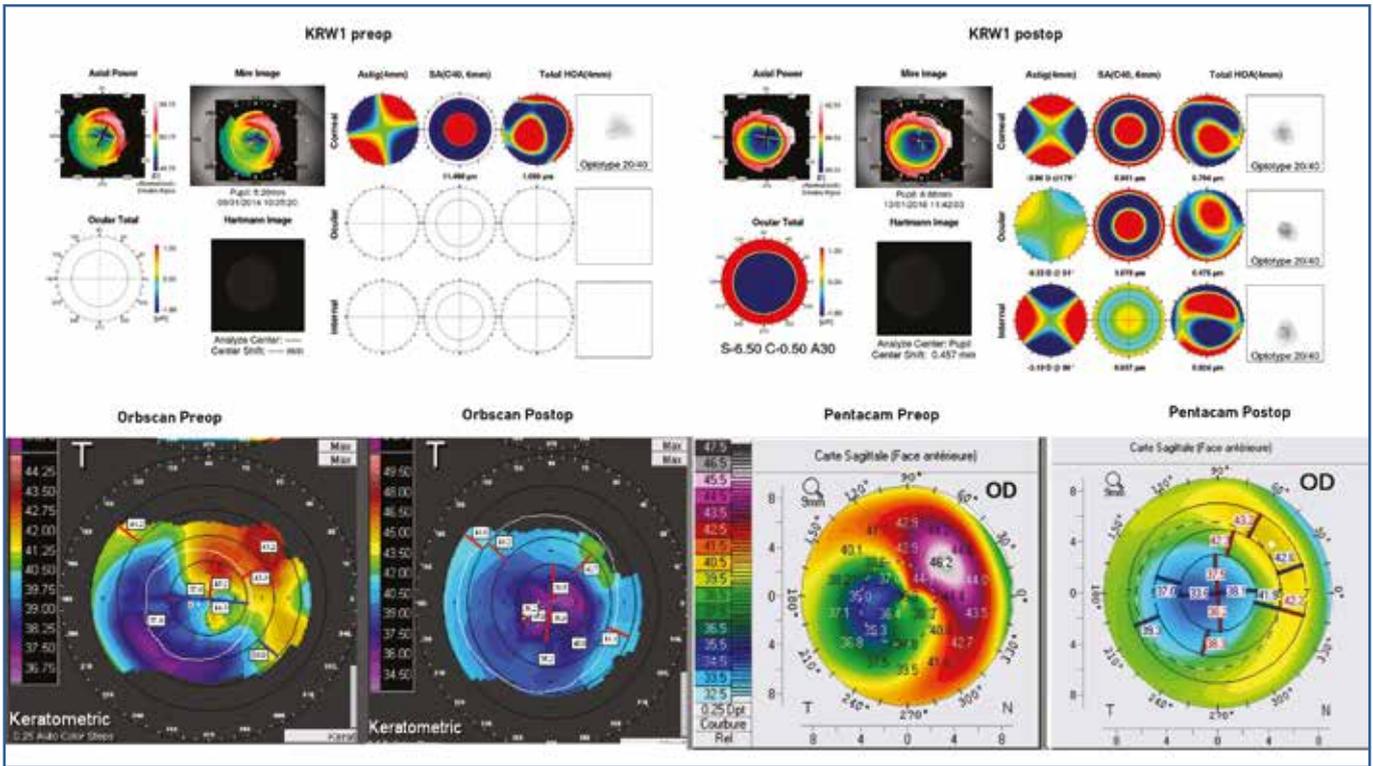


Fig. 12 B : Le recentrement et l'élargissement de la zone optique sont plus importants que l'amélioration de la transparence cornéenne pour la fonction visuelle finale.

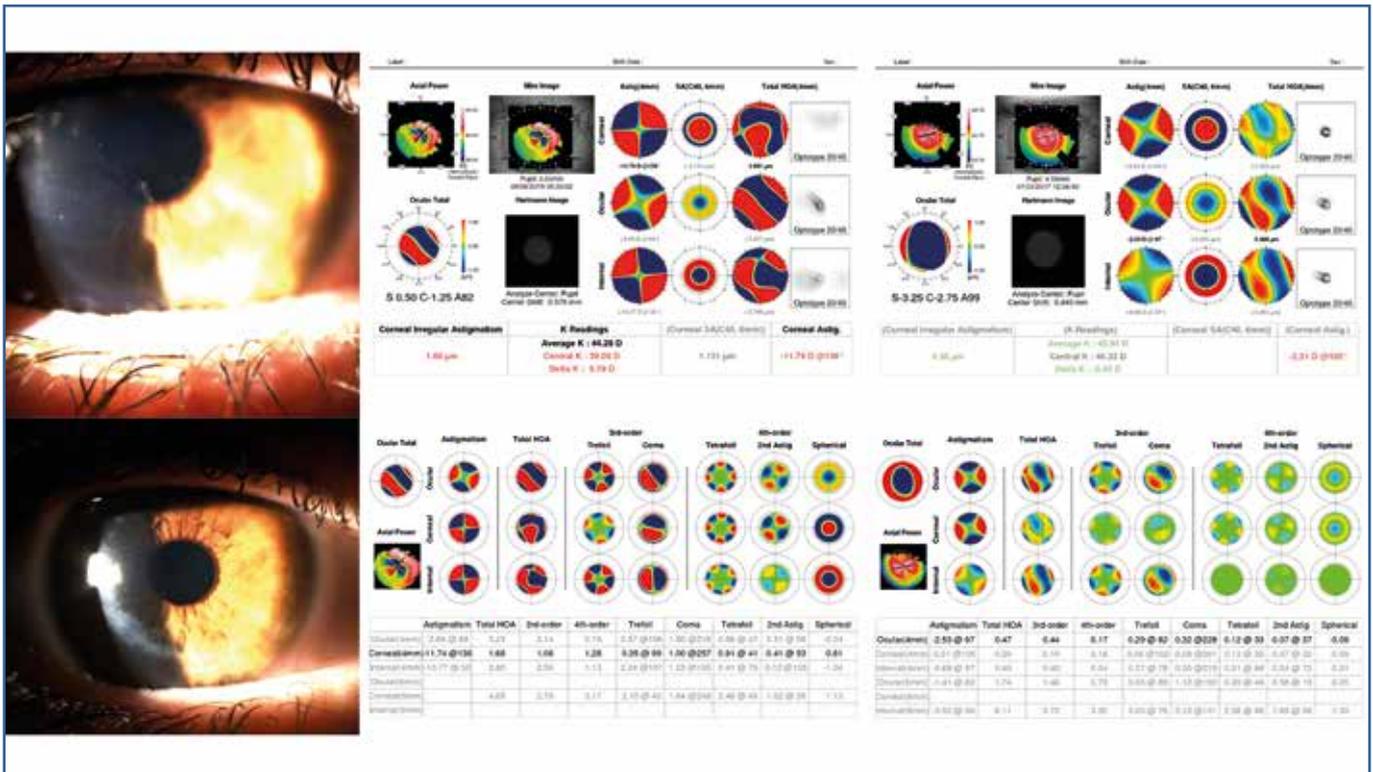


Fig. 13 A : Accident de microkératome : photoablation transépithéliale de l'intégralité du volet cicatriciel.

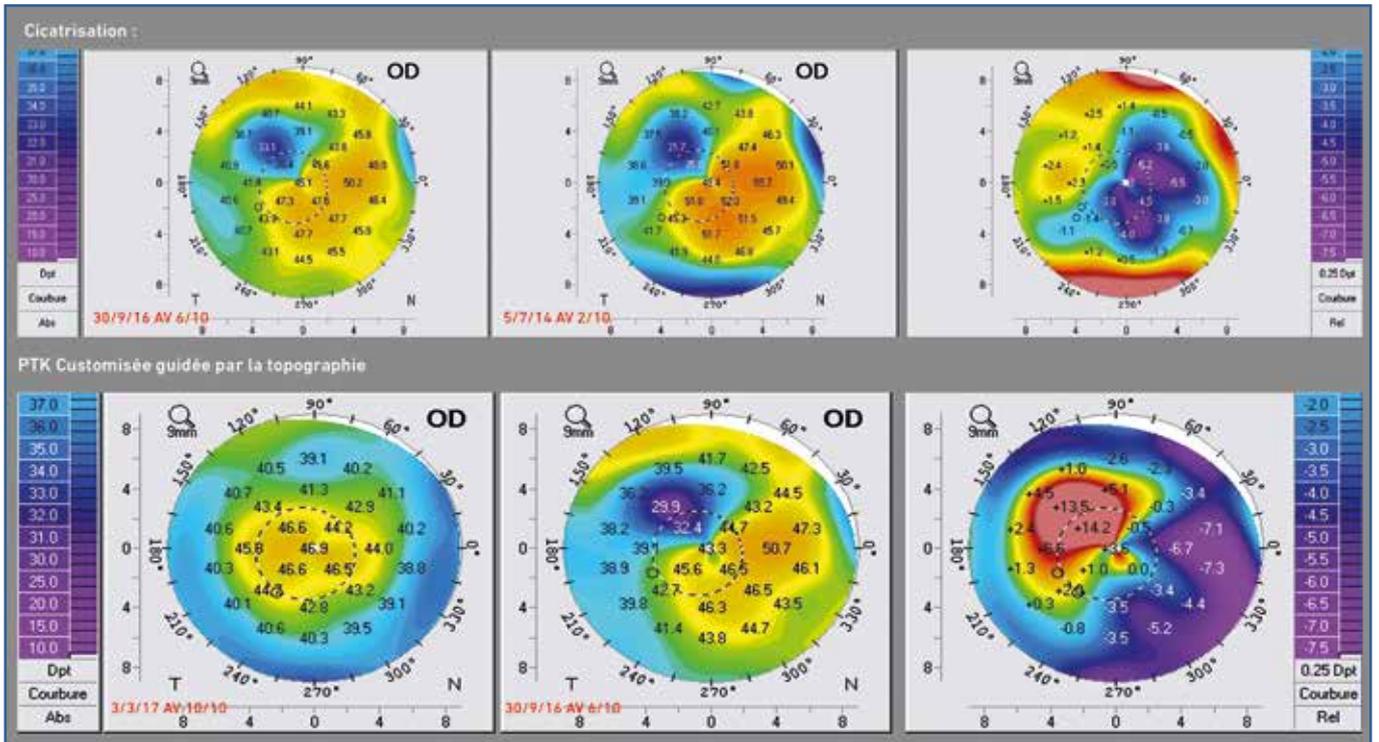


Fig. 13 B : Effet de la cicatrization et de la PTK customisée sur la forme de la cornée.

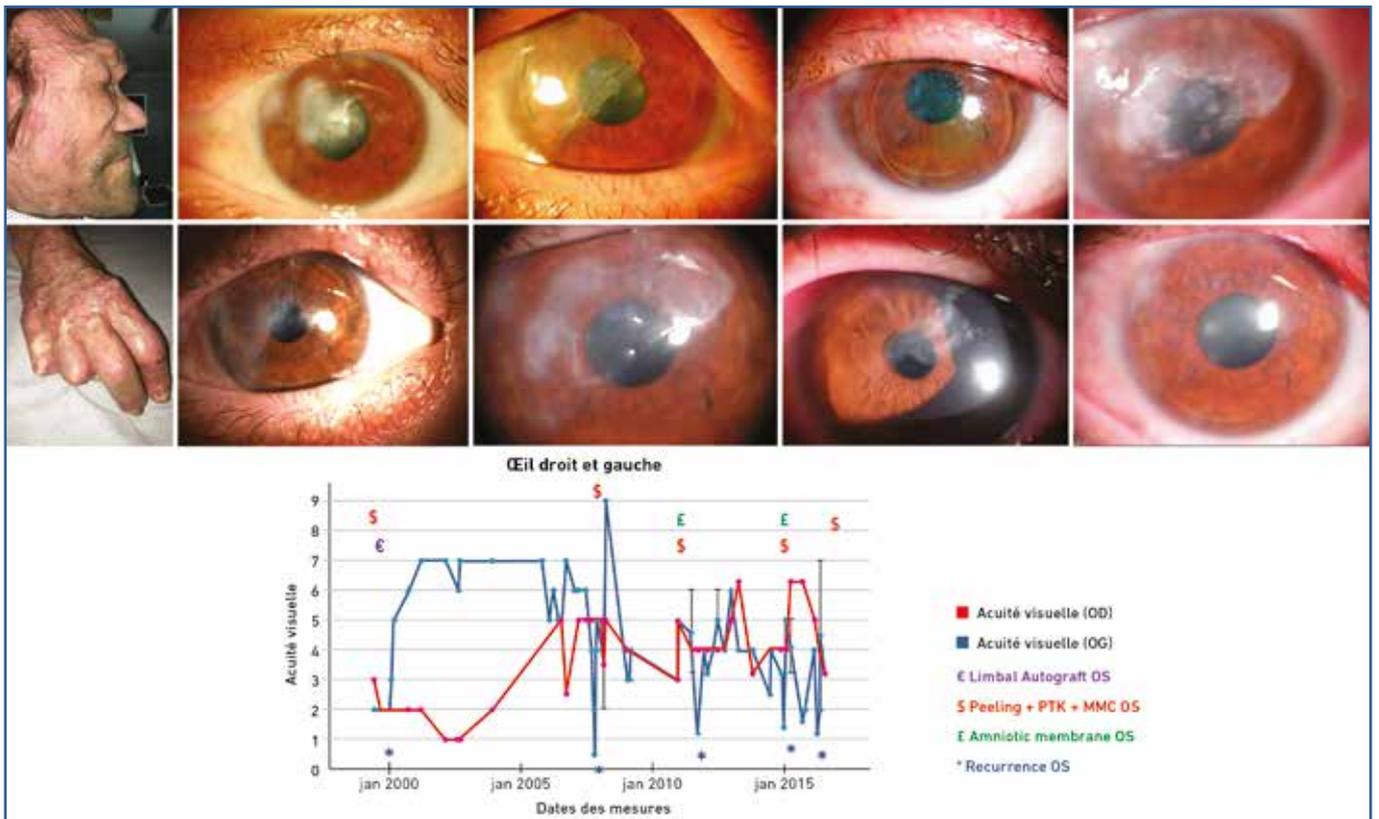


Figure 14 A : Chéloïde récurrente dans un syndrome syndermatotique (Variante Ehlers-Danlos).

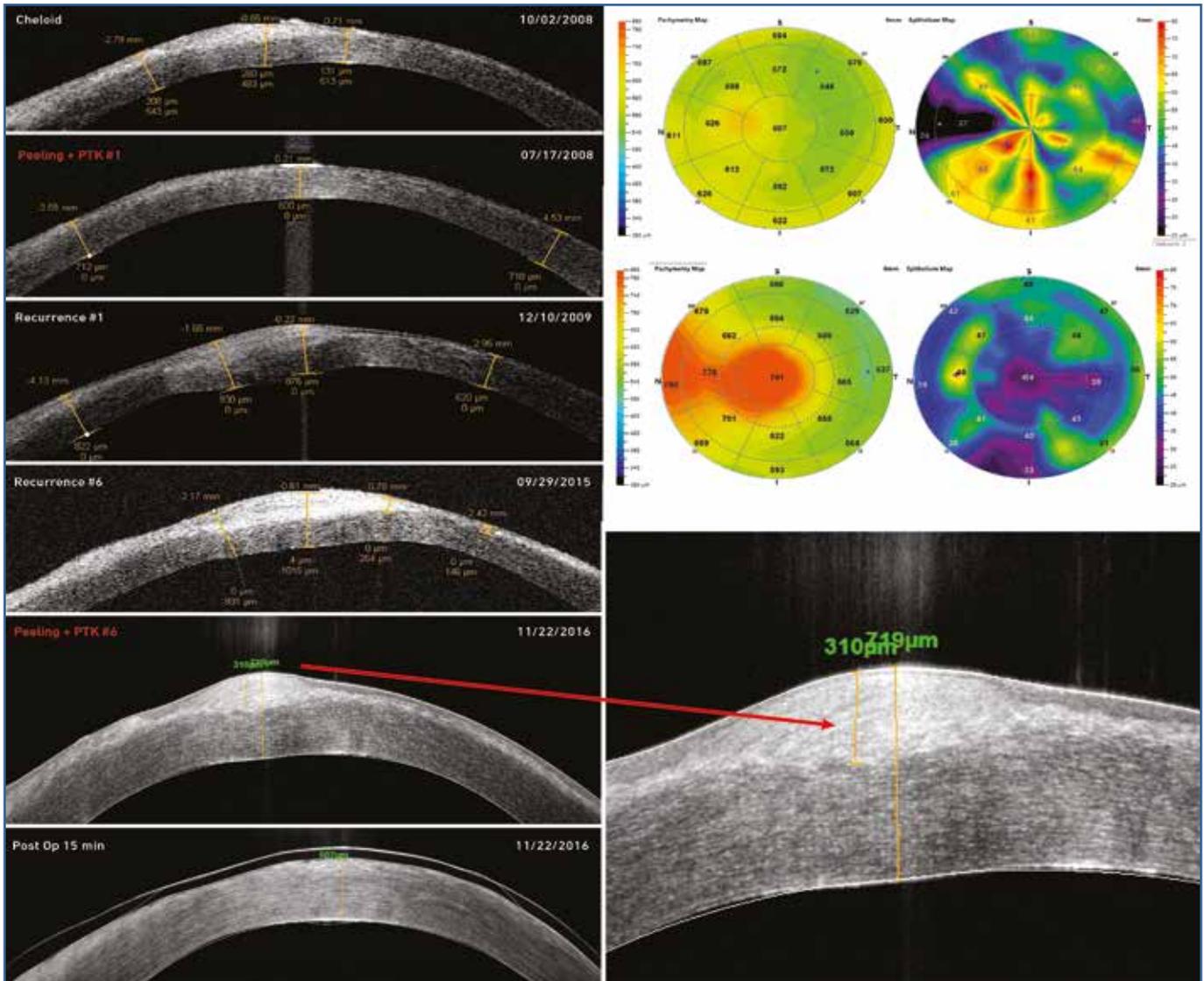


Fig. 14 B : Chéloïde récurrente dans un syndrome syndermatotique (Variante Ehlers-Danlos).

optiques des ablations tissulaires réalisées dans les cas plus complexes.

Un bilan préopératoire complet (diagnostic biomicroscopique, essai de lentilles rigide, examens topographiques, aberrométriques, polarimétriques et OCT spectral cornéen) permet de préjuger assez facilement du bénéfice potentiel de la PTK pour chaque cas.

Une formation chirurgicale appropriée permet surtout de planifier correctement les modifications de la pachymétrie et de la forme de la cornée attendues afin d'éviter de désastreuses déceptions réfractives.

Bibliographie

1. ASSOULINE M, D. RIGAL, J. COLIN *et al.* Thérapeutique de la cicatrisation cornéenne. *L'Épithélium Cornéen*, 1993 :420-439.
2. ASSOULINE M, KAPLAN-MESSAS A, DAVID T *et al.* Excimer laser phototherapeutic keratectomy. *Bull Soc Belge Ophtalmol*, 1997;266:93-100.
3. DIGHIERO P, ELLIES P, LEGEAIS JM, ASSOULINE M. Phototherapeutic keratectomy in the treatment of Groenouw's type I corneal dystrophy. *J Fr Ophtalmol*, 1999;22:176-179.
4. GARANA EMR, ZIESKE JD, ASSOULINE M *et al.* Matrix métalloproteinases in epithelia from human recurrent corneal erosion. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1999;40:1266-1270.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.