

réalités

OPHTALMOLOGIQUES

Lasers WaveLight®

Paroles d'experts

Une édition réalisée avec le soutien des laboratoires Alcon®



réalités

OPHTALMOLOGIQUES

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Pr J.P. Adenis, Pr J.L. Arné, Pr Ch. Baudouin,
Pr T. Bourcier, Pr A. Brézin, Pr A. Bron,
Pr E.A. Cabanis, Pr G. Chaîne, Pr B. Cochener,
Pr J. Colin, Pr Ch. Corbe, Pr G. Coscas,
Pr C. Creuzot-Garcher, Pr P. Denis, Pr J.L. Dufier,
Pr A. Gaudric, Pr T. Hoang-Xuan,
Pr J.F. Korobelnik, Pr P. Le Hoang, Dr S. Liotet,
Pr F. Malecaze, Pr P. Massin, Dr S. Morax,
Pr J.P. Nordmann, Pr J.P. Renard, Pr J.F. Rouland,
Pr J.A. Sahel, Pr G. Soubrane, Pr E. Souied,
Pr P. Turut, Pr M. Weber

COMITÉ DE LECTURE

Dr M. Assouline, Dr C. Boureau,
Dr S. Defoort-Dhelemmes, Dr L. Desjardins,
Dr B. Fayet, Dr C. Albou-Ganem,
Dr S. Leroux-les-Jardins, Dr G. Quentel,
Dr B. Roussat, Dr E. Sellem,
Dr M. Tazartes, Dr M. Ullern

COMITÉ DE RÉDACTION

Dr F. Auclin, Dr S.Y. Cohen,
Dr M.A. Espinasse-Berrod,
Dr F. Fajnkuchen, Dr J.L. Febbraro,
Dr M.N. George, Dr J.F. Girmens, Dr Y. Lachkar,
Dr Y. Le Mer, Dr D.A. Lebuissou, Dr F. Malet,
Dr M. Pâques, Dr C. Peyre, Dr J.J. Saragoussi,
Dr R. Tadayoni, Dr F. Vayr

RÉDACTEURS EN CHEF

Dr Thomas Desmetre, Dr Damien Gatinel

CONSEILLER DE LA RÉDACTION

Dr Thierry Amzallag

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Dr Richard Niddam

SECRÉTARIAT DE RÉDACTION

Gaëlle Cauvin, Léa Iacazio

MAQUETTE, PAO

Marc Perazzi, Dominique Pluquet, Elodie Lelong

PUBLICITÉ

Dominique Chargy, Vanessa Herpin

RÉALITÉS OPHTALMOLOGIQUES

est édité par Performances Médicales
91, avenue de la République
75540 Paris Cedex 11
Tél. : 01 47 00 67 14, Fax. : 01 47 00 69 99
e-mail : ophta@performances-medicales.com

IMPRIMERIE

Impression : bialec – Nancy
95, boulevard d'Austrasie
CS 10423 – 54001 Nancy cedex
Commission paritaire : 0116 T 81115
ISSN : 1242-0018
Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2013



Sommaire

Editorial D. Gatinel	3
Le laser femtoseconde FS200 D. Gatinel	5
Laser Excimer WaveLight® EX500 O. Prisant	9
Pourquoi et comment suis-je passé à la chirurgie réfractive 100 % laser? B. Guérillon	12
2 000 premiers cas avec la Suite Réfractive M. Hermann, H. Basly, O. Clavier	13
Traitement WF Optimized™ : un traitement personnalisé en standard B. Ameline-Chalumeau	16
Photoablation guidée par la topographie en chirurgie réfractive et dans le kératocône D. Pietrini	18
Correction laser des fortes amétropies P. Chastang	21
Apport de l'aberrométrie dynamique dans la compensation chirurgicale de la presbytie J. Letsch, F. Malecaze	25
Traitement de la presbytie : interview d'experts C. Albou-Ganem, L. Gauthier-Fournet, F. Hehn, Y. Bokobza, G. Ghenassia, P. Bouchut, C. Pages	27
Conclusion G. Montefiore	38

Photo de couverture : D. Gatinel.

Les articles composant ce numéro sont publiés sous la seule responsabilité des auteurs et du directeur de la publication qui en assurent l'objectivité.



Editorial

→ D. GATINEL

Fondation A. de Rothschild,
PARIS.

En moins de deux décennies, la chirurgie réfractive est devenue une spécialité ophtalmologique à part entière, qui permet aux patients myopes, astigmatés, emmétropes ou presbytes de retrouver une vision claire sans lunettes ou lentilles. C'est sans doute grâce à l'introduction du laser Excimer que la chirurgie réfractive a connu un essor si considérable.

Cette technologie a permis à la photokératectomie à visée réfractive (PKR) de devenir la technique chirurgicale la plus précise, atteignant une échelle infra-micronique, et faisant ainsi jeu égal avec celle d'une longueur d'onde lumineuse. Le développement du *Laser Assisted in Situ Keratomileusis* (Lasik) a encore accru le succès de la chirurgie réfractive, en élargissant la gamme des amétropies courantes accessibles à une correction par photoablation cornéenne.

Au début des années 2000, la possibilité d'utiliser une lumière laser ultrabrève pour la découpe du capot stromal a offert à cette technique un gain de précision et de sécurité appréciable, érigeant ainsi le "Lasik tout laser" comme la technique phare en chirurgie réfractive cornéenne.

Les progrès importants accomplis dans la technologie des lasers cornéens ne profitent pas qu'à la chirurgie réfractive. Ces lasers peuvent également être utilisés de manière thérapeutique pour régulariser la surface cornéenne, produire des tracés de découpe complexes utiles aux procédures de kératoplasties lamellaires ou transfixiantes, et insérer des segments d'anneaux intracornéens.

Ce numéro spécial de *Réalités Ophtalmologiques* est consacré à la nouvelle Suite Réfractive Alcon® WaveLight®, qui intègre, pour la première fois, au sein d'une même unité thérapeutique, un laser femtoseconde (FS200) et un laser Excimer (EX500) de dernière génération. Cette union est véritablement synergique, car elle offre un gain d'ergonomie, de précision, de sécurité, et de nouvelles possibilités de personnalisation.

Les deux lasers sont pilotés par un logiciel de programmation commun qui permet au chirurgien de choisir le type de stratégie photoablative parmi les options disponibles, de choisir le diamètre de délivrance, le centrage, puis d'ajuster la géométrie du capot stromal à celle du profil d'ablation. En plus de permettre une meilleure intégration du motif de correction au sein du stroma cornéen, cette "alliance réfractive" raccourcit le temps d'exécution du Lasik. Ce gain de temps est source de confort et de sécurité accrus pour le patient.

Les articles rassemblés dans ce numéro permettront au lecteur de découvrir plus en détail les possibilités offertes par cette plateforme laser de dernière génération, qui ouvre de nouvelles perspectives en chirurgie réfractive.



Le succès se mesure en quelques fractions de seconde

{ À la vitesse de 280 km/h, la langue des grenouilles d'Amazonie atteint précisément sa proie en moins de 1/10^{ème} de seconde.

SOLEIDAD - A096 - 11/2010

La plate-forme réfractive la plus rapide au monde

La nouvelle Suite Réfractive WaveLight® comprend :

- un **laser excimer 500 Hz**, offrant des temps d'ablation inégalés de seulement 1,4 seconde par dioptrie*
- un **laser femtoseconde 200 kHz**, permettant la création personnalisée et précise d'un capot en 6 secondes
- un **eye tracker 1050 Hz** avec un temps de réaction de 2 millisecondes
- une large gamme de **traitements personnalisés** disponibles



WaveLight® femtoseconde FS200

WaveLight® excimer EX500



Le laser femtoseconde FS200

→ D. GATINEL

Fondation A. de Rothschild, PARIS

Le Lasik est une technique caractérisée par la découpe d'un volet superficiel, permettant la délivrance de la photoablation Excimer sur l'interface stromale ainsi créée. La qualité de la découpe stromale et ses dimensions font partie des facteurs qui conditionnent la qualité du résultat chirurgical, en permettant une bonne intégration du profil de photoablation au sein du tissu stromal. L'introduction du laser femtoseconde en chirurgie réfractive a permis d'accroître la sécurité et la qualité de réalisation de l'étape de découpe du volet stromal.

Le laser femtoseconde FS200 est proposé pour la chirurgie cornéenne à visée réfractive et thérapeutique. Cette plateforme de dernière génération se distingue par son ergonomie, sa rapidité d'exécution et l'étendue des possibilités offertes au chirurgien pour la personnalisation de la découpe du volet stromal. La Fondation Rothschild a été le premier centre parisien équipé de cette plateforme en 2011.

Présentation générale

Le laser femtoseconde FS200 est composé d'une unité centrale et d'un bras horizontal relié au système d'aplanation et de délivrance laser. L'unité

centrale intègre un écran couleur et un clavier, ainsi qu'un lecteur optique destiné à l'utilisation du matériel consommable (cônes d'aplanation et de succion) (*fig. 1*).

L'ergonomie générale est conçue pour permettre de positionner le patient de manière rapide et précise grâce à l'utilisation d'un lit motorisé. La tête portant le système d'aplanation peut être mue indépendamment lors de la procédure visant à créer l'aplanation cornéenne : le lit et la tête d'aplanation disposent chacun d'un joystick

et d'un boîtier de commande spécifique. Enfin, le laser FS200 peut être couplé au laser Excimer WaveLight®/Alcon EX500 pour former une "Suite Réfractive" : un lit unique pivotant sur un rail reliant les deux unités permet d'enchaîner les temps de découpe et de photoablation sans mobiliser le patient. Un logiciel commun aux deux plateformes permet de programmer la totalité du traitement réfractif par Lasik et d'ajuster ainsi les dimensions du capot à celles du profil d'ablation délivré pour la correction de l'amétropie de l'œil opéré.

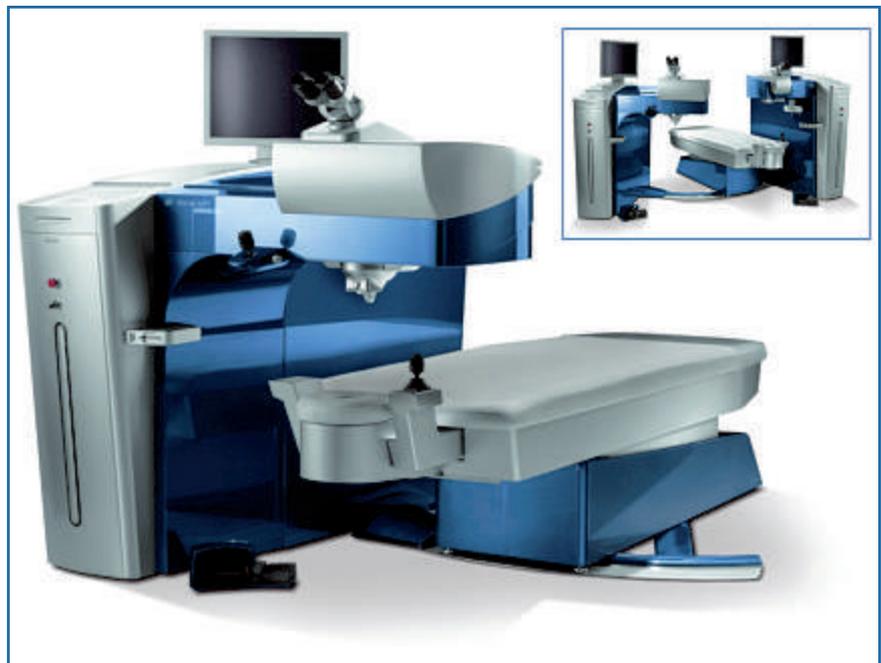


FIG. 1 : Laser femtoseconde FS200 (centre) et Suite Réfractive (en haut, à droite) associant le laser FS200 au laser Excimer EX500, qui partagent le même lit motorisé pivotant et un logiciel de programmation commun pour la réalisation des procédures Lasik

Particularités du laser FS200

1. Fréquence de tir

Le laser FS200 dispose d'une fréquence de tir de 200 kHz, qui en fait le laser femtoseconde le plus "rapide". Chaque seconde, quelque 200 000 trains d'onde laser, d'une durée de quelques dizaines de femtosecondes, sont délivrés et focalisés à une épaisseur choisie au sein du tissu stromal. Chacun de ces trains d'onde provoque au point de focalisation une bulle de cavitation et un clivage athermique au sein des lamelles de collagène cornéen. Les dimensions de ces bulles sont fonction de l'énergie de chaque impact. Plus l'énergie est élevée, plus les bulles sont grandes et inversement. Il est possible d'ajuster l'espace entre les impacts en fonction de leur énergie. Pour la création de capots de Lasik, les spécifications recommandées sont pour l'interface un espacement des spots de 8 microns, et une énergie par spot de 0,8 μ J. A la cadence de 200 kHz, et pour un capot de diamètre 8,5 mm, une dizaine de secondes suffisent à créer l'interface intrastromale et les bords du capot de Lasik. Certaines procédures, comme la création d'une poche stromale pour inlay, peuvent requérir une réduction de l'énergie par spots afin d'induire une interface particulièrement lisse, mais avec pour corollaire une augmentation de la densité spatiale des spots, et donc un nombre total de tirs plus important. La fréquence élevée du laser FS200 permet alors de maintenir une durée relativement brève pour ce type de procédure.

2. Etalonnage du faisceau laser

En plus de l'étalonnage accompli en début de séance, une vérification (calibrage) du laser femtoseconde est effectuée avant chaque découpe, et ce pour chaque cône d'aplanation (procédure "beam control check"). Cela permet de réduire le risque de fluctuations liées aux variations des conditions physiques

générales (température, hygrométrie de la pièce) et matérielles (épaisseur de la surface vitrée du cône d'aplanation).

3. Dimensions et caractéristiques du capot stromal

Les caractéristiques géométriques du capot stromal sont paramétrables au sein d'un logiciel de programmation qui gère conjointement le choix du profil d'ablation du laser Excimer EX500 de l'œil opéré. L'épaisseur du capot est paramétrable par pas de 5 microns. En cas de correction de l'astigmatisme, le contour du profil d'ablation est plus large et le nombre de spots délivrés est plus important en regard des méridiens cornéens les moins cambrés, quel que soit le laser Excimer utilisé. Le pourtour de la zone d'ablation est ovale (ex. : grand diamètre: 9 mm, petit diamètre: 6,5 mm). Le logiciel de programmation du laser FS200 offre la possibilité de réaliser des capots ovales, élargis en regard de l'axe plat (ex. : 8,5 x 9,5 mm) de manière à offrir une surface de sculpture suffisante au laser Excimer et réduire le risque de tirs non efficaces et dirigés sur l'épithélium cornéen. Le placement de la charnière est libre sur 360°: il est judicieux de positionner celle-ci en regard de l'axe du petit diamètre de la photo-ablation (méridien le plus cambré). Ainsi, les dimensions du capot peuvent être ajustées de manière à épouser le profil d'ablation délivré, et son épaisseur peut être choisie en fonction de celle de la cornée et de la profondeur de photoablation (fig. 2).

En mode thérapeutique (kératoplastie), divers tracés de découpe sont possibles (zig-zag, *top hat*, *mushroom*, etc.). La découpe de tunnels circulaires pour l'insertion d'anneaux intrastromaux est également disponible (cornéoplastie, chirurgie du kératocône).

4. Système de couplage ("docking")

La découpe du capot stromal ne peut être réalisée qu'une fois obtenue une surface

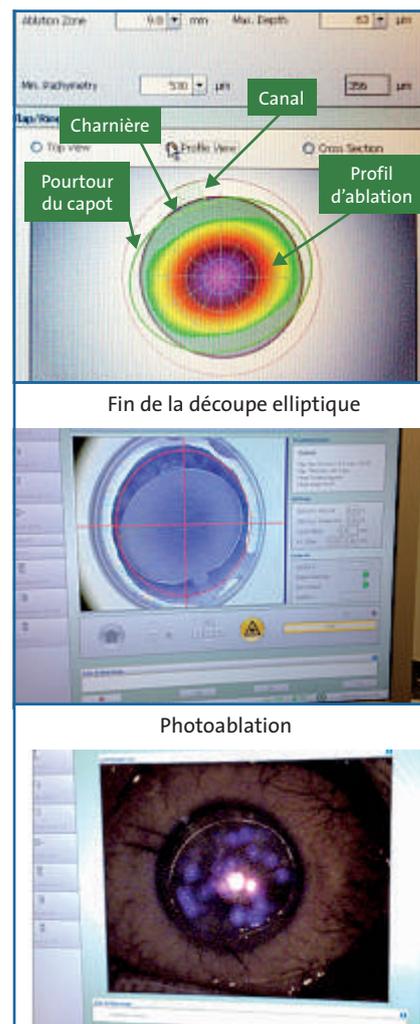


FIG. 2 : Quand le laser FS200 est couplé au laser Excimer EX500 (Suite Réfractive), l'utilisation d'un logiciel de programmation commun permet de personnaliser la découpe du capot de Lasik en fonction du profil d'ablation. Quand ce profil intègre une correction cylindrique (astigmatisme), le pourtour du profil d'ablation est ovale, car il est nécessaire de réaliser une zone de transition élargie en regard des méridiens cornéens les moins cambrés. Si la zone optique choisie est de 6,5 mm, le diamètre de la zone d'ablation en regard du méridien le moins cambré peut atteindre 9 mm (alors qu'il est inférieur à 7 mm en regard du méridien le plus cambré). Dans cet exemple, (astigmatisme myopique composé oblique), un capot de pourtour elliptique est programmé. La charnière a été placée en regard du méridien le plus cambré. **En bas, à gauche,** visualisation de la découpe du capot elliptique sur l'écran de contrôle. **A droite,** photo instantanée prise pendant la délivrance de la correction de l'astigmatisme : noter l'absence de tirs sur la charnière ou sur l'épithélium grâce à la bonne congruence géométrique entre l'interface et le profil d'ablation délivré.

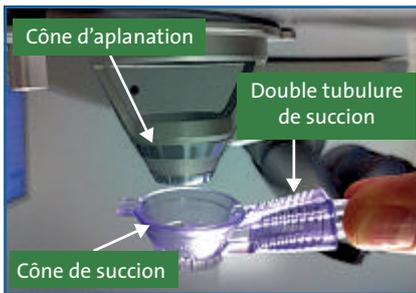


FIG. 3 : La forme évasée du cône de succion permet au cône d'aplanation d'être facilement centré et naturellement guidé vers la surface cornéenne.

d'aplanation suffisante au niveau du dôme cornéen : celle-ci dépend de la qualité du contact entre la surface transparente d'aplanation et la surface de la cornée. L'ensemble de la procédure (aplanation, découpe) est en permanence visible sur l'écran de contrôle du laser FS200.

Le dispositif de succion et le support d'aplanation ont tous deux une forme conique (**fig. 3**) ; ainsi, le cône d'aplanation est guidé naturellement au sein de l'anneau vers la cornée lors de la procédure d'aplanation (**fig. 4**). Le couplage s'effectue grâce à la mise en route de deux aspirations : la première permet l'adhésion du cône de succion au globe oculaire, et est déclenchée à la pédale par le chirurgien. Le profil de la zone de contact du cône de succion avec la région limbique est conçu pour minimiser le risque de saignement conjonctival. La seconde aspiration se déclenche de manière automatique, quand le diamètre de la zone aplanie atteint 11 mm (**fig. 5A**).

C'est alors seulement que le tracé de la découpe, conforme aux paramètres saisis préalablement, apparaît à l'écran (interface et charnière en Lasik, tracé de la découpe circulaire d'une procédure de kératoplastie, ou des tunnels pour la pose de segments d'anneaux intra-cornéens). La présence d'une double succion permet de réduire l'importance de l'aspiration de la première succion, et d'exercer une moindre pression sur le globe oculaire.

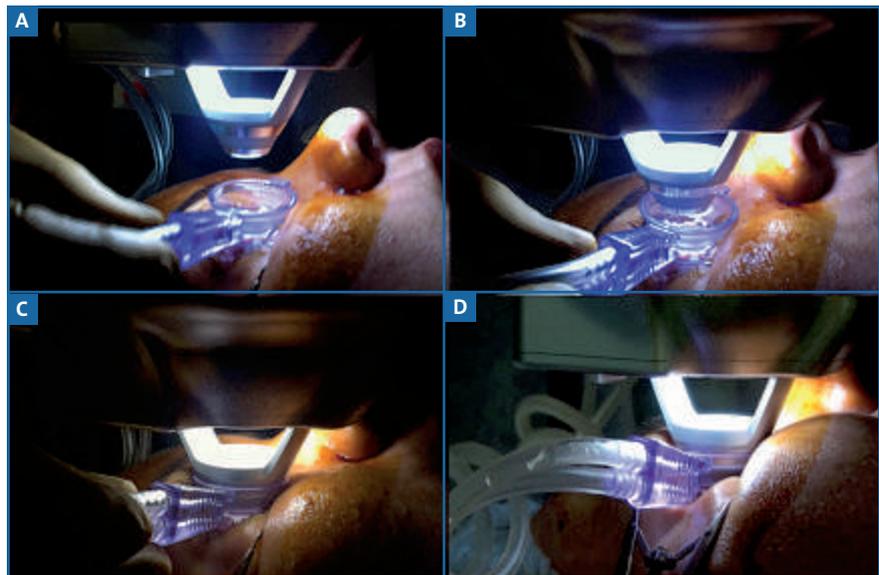


FIG. 4 : Procédure de "docking" : une fois le cône de succion posé et solidarisé au limbe cornéen par une première aspiration (A), la descente du cône d'aplanation guidé par un joystick (B) permet d'obtenir une aplanation suffisante (C), et d'enclencher une deuxième aspiration de manière automatique et assurée par un système de tubulure indépendant (E). Ceci permet de renforcer l'adhésion du cône d'aplanation au cône de succion, et de réaliser la procédure de découpe en minimisant le risque de lâchage de succion.

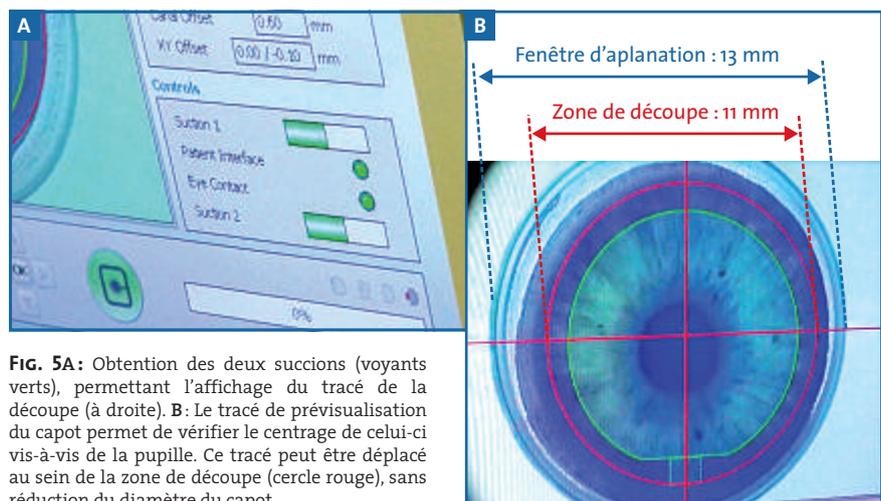


FIG. 5A : Obtention des deux succions (voyants verts), permettant l'affichage du tracé de la découpe (à droite). **B :** Le tracé de prévisualisation du capot permet de vérifier le centrage de celui-ci vis-à-vis de la pupille. Ce tracé peut être déplacé au sein de la zone de découpe (cercle rouge), sans réduction du diamètre du capot.

5. Dimensions de l'aplanation

La surface totale visible au travers de la vitre du cône d'aplanation est un disque de 13 mm de diamètre, au sein duquel la zone disponible pour positionner la découpe programmée a un diamètre de 11 mm (**fig. 5B**). Avant de procéder à la découpe, il est possible de déplacer le tracé de visualisation de manière à

recentrer le capot sur la pupille, au sein de la zone disponible pour la découpe (diamètre de 11 mm). Le déplacement du tracé se fait par translation pure, sans réduction du diamètre programmé pour la découpe. Cela est particulièrement intéressant dans le cas de coupes larges et de pupilles excentriques vis-à-vis du limbe (hypermétropes, forts astigmates).

6. Système de prévention des bulles opaques de dégazage

L'accumulation des produits de cavitation (eau, gaz carbonique) au sein de l'interface peut induire une perte localisée de la transparence du tissu cornéen, quand une couche opaque blanchâtre apparaît puis s'étend dans la zone de découpe et empiète sur la zone des tirs, pouvant alors occasionner une moindre efficacité des impacts laser, et rendre plus difficile le soulèvement ultérieur du capot. La terminologie en langue anglaise a consacré l'acronyme OBL (*Opaque Bubble Layer*) pour décrire ce phénomène.

L'évacuation du gaz et de l'eau générés par la découpe laser stromale du capot de Lasik par le laser FS200 est pourvue par une approche originale: la création d'un étroit canal d'évacuation (1,3 mm) dont la longueur est choisie par le chirurgien de manière à atteindre le limbe. Ce véritable tunnel relie le bord de l'interface (en regard de la charnière) et la surface oculaire. Sa réalisation est faite en début de découpe et permet l'évacuation rapide des produits liquides et gazeux

issus de la création de l'interface, évitant leur accumulation au sein de celle-ci et réduisant le risque de bulles blanches opaques.

7. Compte rendu de la découpe

En fin de procédure laser, un compte rendu est systématiquement généré et enregistré en format PDF: il comprend une photo du capot ou de la découpe créée, et l'inventaire des paramètres utilisés dont l'énergie des impacts, les dimensions du capot, la durée totale de la succion, etc.

[Conclusion

Le laser FS200 est un laser femtoseconde de dernière génération dont l'ergonomie et les spécifications offrent au chirurgien sécurité et performances accrues. Couplé au laser Excimer EX500, il offre la possibilité unique en procédure Lasik de réaliser des volets de dimensions spécifiquement adaptées au profil d'ablation délivré. Des études cliniques devront confirmer les bénéfices attendus de cette optimisation.

Pour en savoir plus

1. STONECIPHER KG. Blending femtosecond and Excimer laser technologies. *Ocular Surgery News*. September 4, 2012.
2. YOO SH. Therapeutic applications for the WaveLight FS200 femtosecond laser. *Ocular Surgery News*. September 4, 2012.
3. SLADE SG. Two Lasers for Refractive Surgery. *Cataract and Refractive Surgery Today*. July 2012.
4. KANELLOPOULOS AJ. Faster femtosecond laser speeds may improve outcomes. *Ocular Surgery News*. July 10, 2012.
5. CULBERTSON W. Femtosecond and Excimer lasers combine for excellent outcomes. *EyeWorld*. May 2012.
6. KRUEGER R. The femtosecond that releases bubbles with ease. *EyeWorld*. May 2012.

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



Laser Excimer WaveLight® EX500

→ O. PRISANT

Clinique de la Vision,
Centre de la Cornée et du Kératocône,
Fondation A. de Rothschild,
PARIS.

Le laser WaveLight® EX500 (*fig. 1*) permet de traiter les myopes, hypermétropes, astigmatés et presbytes, avec une très grande rapidité et une excellente précision. Les caractéristiques techniques de ce laser en font l'un des meilleurs lasers Excimer actuels. La large gamme des programmes disponibles permet une prise en charge de tous les patients de chirurgie réfractive et la réalisation de traitements personnalisés à visée thérapeutique. Après avoir détaillé les caractéristiques techniques de ce laser, nous donnerons à l'aide d'exemples cliniques les applications possibles en chirurgie réfractive et cornéenne.

Présentation du laser

La caractéristique technique majeure de ce laser est sa très grande rapidité.



FIG. 1: Le laser Excimer WaveLight® EX500.

C'est aujourd'hui le laser le plus rapide au monde avec une fréquence de tir de 500 Hz permettant de réaliser la chirurgie réfractive à raison de 1,4 seconde par dioptrie en moyenne (pour une zone optique de 6 mm). Par exemple, pour un myope de -8,00 D, le traitement sera d'environ 12 secondes. Cette fréquence de tir est couplée avec un système d'Eye tracker, extrêmement rapide lui aussi, de 1050 Hz avec un temps de latence de 2 millisecondes. Cet Eye tracker permet une poursuite dynamique de la pupille de 1,5 à 8 mm.

La nouvelle ergonomie du laser WaveLight® EX500, par rapport à son prédécesseur (ALLEGRETTO WAVE® Eye-Q 400 Hz), permet une distance de travail augmentée à 25 cm. L'ordinateur qui pilote le laser est intégré dans la machine. Un affichage intégré dans l'oculaire pendant le traitement permet de voir le nom du patient (ce qui évite les éventuelles erreurs) et la durée restante

du traitement. Le laser est doté d'une pachymétrie dynamique non contact qui permet de mesurer à tout moment l'épaisseur cornéenne. En pratique, cela est utile avant d'avoir réalisé la découpe du volet, après son soulèvement et à la fin de la photoablation. On peut ainsi s'assurer du respect d'un mur postérieur suffisant. Une connectivité réseau permet un lien avec les appareils d'explorations préopératoires, notamment la topographie et l'aberrométrie.

Une large gamme de programmes

Une large gamme de programmes est disponible (*fig. 2*):

>>> **Le programme Wavefront Optimized™**: c'est le programme standard qui permet la correction de toutes les amétropies sphéro-cylindriques.

Wavefront Optimized™ - traitement standard	
A-CAT - Aberrometry based	
T-CAT - Topography based	
F-CAT - Fine adjusted customized ablation treatment	
PTK	

FIG. 2: Les programmes disponibles dans ce laser permettent un traitement réfractif des amétropies sphéro-cylindriques, des presbytes et des traitements guidés par la topographie cornéenne et/ou l'aberrométrie.

>>> **Le programme Custom Q™ (F-CAT)** permet d'ajuster l'asphéricité postopératoire (facteur Q), permettant de créer une cornée multifocale chez les patients presbytes.

>>> **Le programme Topography-Guided (Oculink)** permet un traitement guidé par la topographie cornéenne. C'est en particulier ce programme qui permet de réaliser le topolink chez les patients kératoconiques.

>>> **Le programme PTK** : il s'agit d'un programme standard permettant une régularisation cornéenne chez les patients ayant des indications de laser Excimer thérapeutique (kératalgies récidivantes, nodules de Salzmann...).

Patients myopes : moins d'aberrations grâce à un traitement asphérique

Le laser WaveLight® EX500 présente un très grand intérêt, en particulier chez les patients forts myopes car le profil de photoablation délivré est asphérique et minimise les aberrations sphériques induites (fig. 3). Il permet, chez ces patients, de minimiser les effets secondaires de type halos ou éblouissements nocturnes.

Un nomogramme permet un ajustement réfractif afin de rectifier une sous-cor-

rection chez les faibles myopes et une surcorrection chez les forts myopes.

Traitement des patients hypermétropes

Le laser WaveLight® EX500 est actuellement l'un des meilleurs lasers pour tous les traitements chez les patients présentant une amétropie positive (hypermétropes, astigmatisme hypermétropique, astigmatisme mixte). Il réalise de grandes zones optiques avec une grande stabilité réfractive. En effet, l'une des particularités de ce laser est la quasi absence de régression. Il est donc nécessaire de ne programmer que la réfraction du patient (et non davantage) car il n'y aura pratiquement pas de régression postopératoire, y compris chez les forts hypermétropes, alors que la chirurgie réfractive du patient hypermétrope est généralement marquée par une régression.

Traitement de l'astigmatisme

Un système de NeuroTrack permet de compenser la cyclotorsion par des mires lumineuses perçues par le patient. Ces mires entraînent un alignement de l'axe de l'astigmatisme (fig. 4). Bien que très dubitatif sur ce système au début, mes résultats personnels se sont avérés très



FIG. 4 : Le système NeuroTrack correspond à des mires lumineuses qui, perçues par le patient pendant la photoablation, permettent un bon alignement de l'axe de l'astigmatisme.

satisfaisants, avec une grande précision et une excellente qualité de vision y compris pour les forts astigmatés (fig. 5). Ce système de NeuroTrack semble largement aussi efficace que les systèmes de reconnaissance irienne présents sur les autres lasers. Nous réalisons actuellement une étude comparative entre ce système et les systèmes classiques de reconnaissance irienne. A ce sujet, il faut signaler qu'un système de reconnaissance irienne sera bientôt présent sur le laser WaveLight® EX500.

Presbytie

Le programme F-CAT du laser WaveLight® permet, pour une amétropie donnée, de moduler l'asphéricité (facteur Q) postopératoire. Ainsi, chez les patients presbytes, il est possible de créer une cornée multifocale en générant des aberrations sphériques qui, d'un côté, vont altérer modérément la qualité de vision et, d'un autre, vont augmenter la profondeur de champ (fig. 6).

Ce traitement est surtout intéressant chez les patients hypermétropes. Le traitement de l'hypermétropie est naturellement hyperprolaticisant. L'augmentation de la variation du facteur Q permet d'augmenter la profondeur de champ. Il est important quand on augmente la variation du facteur Q de compenser la sous-correction réfractive par un facteur de l'ordre de 0.15 dioptrie par delta $Q = 0,1$. Le presbyLasik est généralement réalisé d'une manière unilatérale sur l'œil

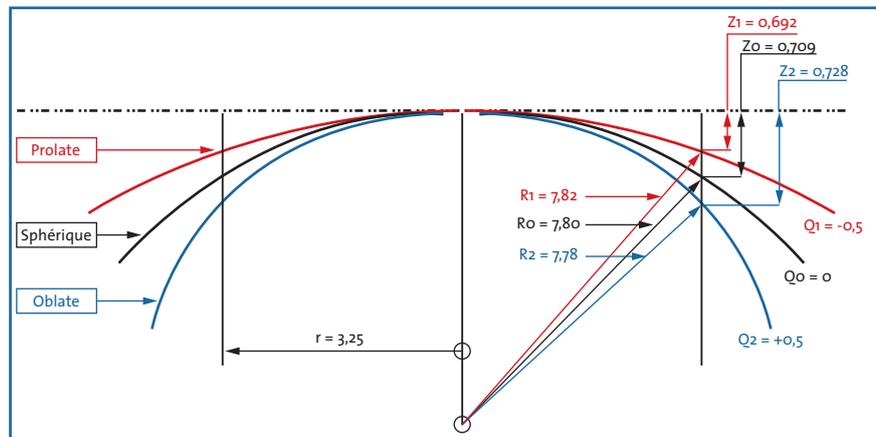


FIG. 3 : Les profils délivrés sont asphériques, ce qui permet une réduction des effets visuels photiques (halos, éblouissements), en particulier chez les forts myopes.

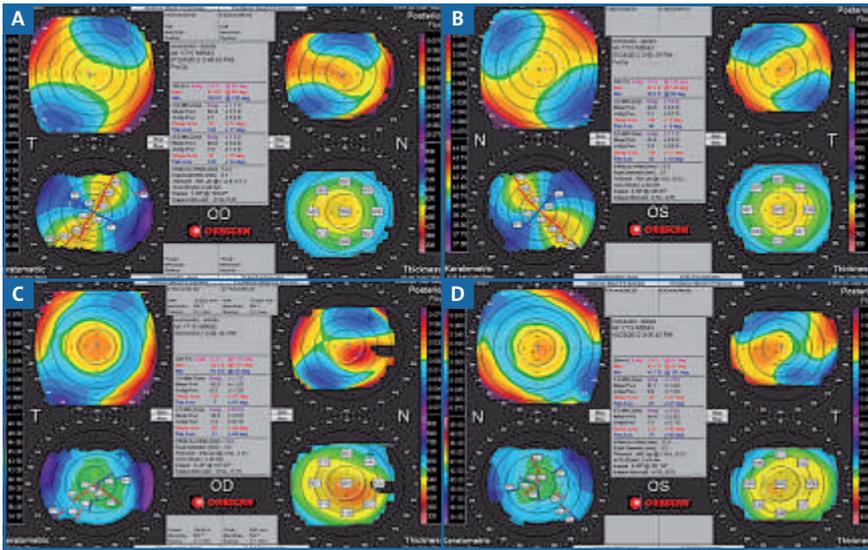


FIG. 5 : Le système d'alignement torique est remarquablement efficace. Ici est montré l'exemple d'une patiente de 34 ans, présentant une acuité corrigée préopératoire de 8/10 à droite avec +4.50 (-3.50) 145° et de 9/10 à gauche avec +3.75 (-4.00) 50°. Son acuité visuelle postopératoire à 2 mois est 9/10 à droite avec -0.50 et 10/10 à gauche avec plan (-0.50) 115°. Sa topographie préopératoire montre un astigmatisme oblique congénital parfaitement régulier (A et B). Noter la topographie cornéenne postopératoire (C et D) qui montre une ablation parfaitement centrée et une totale disparition de l'astigmatisme cornéen. Cet excellent résultat est représentatif de ce qu'on peut obtenir. Une étude comparative est en cours, avec les systèmes à reconnaissance irienne.

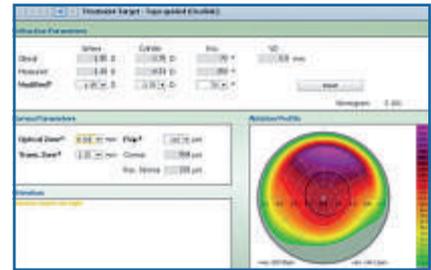


FIG. 7 : Le programme Topography-Guided (Oculink) permet de régulariser la surface cornéenne (ici pour un kératocône) par un profil calculé en fonction de la topographie cornéenne avec le Pentacam.

Ce traitement ne peut être réalisé que conjointement avec un cross-linking afin de ne pas induire d'accélération de l'évolution du kératocône. La zone optique sera souvent de petit diamètre, entre 5 et 5,5 mm afin de ne pas réaliser une photoablation trop profonde. La sphère et le cylindre saisis dans le laser seront minorés par rapport à la réfraction du patient pour tenir compte du shift hypermétropique induit par le cross-linking associé.

Conclusion

Le laser Excimer EX500 est un laser de dernière génération d'une qualité exceptionnelle présentant de multiples avantages :

- réduction des halos et éblouissements par un traitement asphérique chez les myopes, en particulier les forts myopes ;
- traitement de l'hypermétropie avec de larges zones optiques et absence de régression ;
- grande précision chez les astigmatés, y compris chez les forts astigmatismes grâce au système NeuroTrack ;
- possibilité de moduler le facteur Q et de rendre la cornée multifocale chez les patients presbytes ;
- excellence du programme Topography-Guided permettant une prise en charge précise et efficace des patients présentant une cornée irrégulière, en particulier les patients kératoconiques.

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

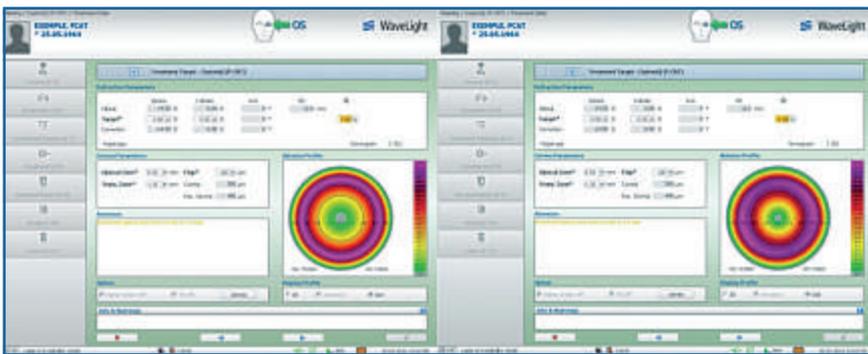


FIG. 6 : Modulation du facteur Q postopératoire. Pour une réfraction donnée, le programme F-CAT permet d'emmétropiser le patient en rendant la cornée plus ou moins multifocale en fonction du taux d'aberrations sphériques induites. Profil d'ablation pour une hypermétropie de +4.00 avec un delta Q de 0 (A) ; traitement de la même hypermétropie avec un delta Q de 1 (B).

non directeur avec une petite dose de monovision si le patient la tolère, l'œil directeur étant traité d'une manière standard pour obtenir une bonne vision de loin.

Traitement guidé par topographie

Le programme Topography-Guided (Oculink) permet de réaliser des traite-

ments personnalisés couplés à la topographie cornéenne (fig. 7). Cela est en particulier intéressant chez les patients kératoconiques. En effet, la photoablation de type topolink fait partie de l'arsenal thérapeutique actuel pour améliorer la meilleure acuité corrigée lorsque celle-ci est abaissée dans le kératocône. Il ne s'agit pas d'une chirurgie réfractive, mais d'un traitement visant à régulariser la géométrie cornéenne.



Pourquoi et comment suis-je passé à la chirurgie réfractive 100 % laser ?

→ B. GUERILLON
Ophtalmologiste, ROUEN.

Chirurgien réfractif depuis 18 ans, je réalisais jusqu'à l'année dernière mes procédures sur un laser WaveLight® 200 Hz et un microkératome. Ma décision de passer au tout laser est venue après un incident de découpe.

Utilisateur WaveLight®, après avoir étudié les différentes offres, mon choix s'est porté sur la Suite Réfractive WaveLight® comprenant le laser Excimer EX500 couplé au laser femtoseconde FS200. En passant à la chirurgie tout laser, ma motivation première était d'offrir aux patients ainsi qu'à mes confrères également utilisateurs de la plate-forme un maximum de sécurité, d'efficacité et de confort. Avec le recul, je peux dire que ces objectifs sont parfaitement atteints.

La facilité d'utilisation du FS200 a diminué de façon importante le niveau de stress pour les chirurgiens et leurs patients. Le cône d'aplanation a été conçu pour faciliter sa mise en place dans l'anneau de succion. Le design de l'anneau de succion respecte, quant à lui, la forme naturelle de la cornée, limitant ainsi l'augmentation de la PIO.

L'événement le plus grave pouvant survenir consiste en un lâchage de succion qui n'empêche néanmoins pas de recommencer la découpe immédiatement ou quelques jours après et qui n'a rien à voir

avec la gestion d'un capot libre obtenu avec un microkératome.

Le femtoseconde offre une précision, une reproductibilité et une prédictibilité accrues grâce à une découpe de capot très régulière: le FS200 permet une découpe de volet d'épaisseur et de dimension extrêmement précises (± 5 microns versus 25 microns avec un microkératome) diminuant les risques de volet décentré, trop fin ou irrégulier. Il permet de programmer et de contrôler très exactement l'épaisseur du capot (respect du mur stromal), son diamètre (jusqu'à 10 mm, adaptable au traitement réfractif réalisé), sa forme (l'ovalisation par exemple permet de respecter l'anatomie de la cornée et de se positionner en fonction d'un éventuel astigmatisme) et la position de la charnière (nasale, temporale, oblique ou supérieure).

J'ai ainsi pu élargir mes indications en traitant de fortes amétropies, car le FS200 permet de traiter des myopies incompatibles avec le microkératome: celles dont la cornée est trop fine, trop cambrée ou trop plate.

Il est également possible d'ajuster le centrage du capot même une fois la succion en route, acte impossible avec un microkératome, ce qui permet d'augmenter encore la précision du positionnement du capot. Le chirurgien voit et contrôle chaque étape de la procédure au travers du microscope et de l'écran, ce qui diminue encore le stress psychologique et augmente la sécurité du traitement. Enfin, le confort des patients se trouve

amélioré grâce à la rapidité du traitement: le FS200 réalise un capot de 9 mm de diamètre en 6 secondes, ce qui permet de réduire considérablement le stress des patients et de diminuer également les risques de déshydratation stromale qui peuvent affecter la qualité des résultats visuels et la rapidité de récupération.

Par ailleurs, nous avons pris la décision, en plus de l'achat du FS200, d'acquérir la dernière technologie WaveLight® en matière d'excimer, ce qui nous permet de bénéficier de la plate-forme complète Suite Réfractive très ergonomique, confortable et rassurante pour le patient qui passe, presque sans s'en rendre compte grâce au lit pivotant, du laser FS200 au laser Excimer EX500. L'EX500 a une rapidité accrue par rapport au 200 Hz, sa croix rouge laser de positionnement permet une bonne installation de la tête du patient, il dispose également d'un système NeuroTrack et bientôt d'une cyclotorsion active couplée au Topolyzer™.

Le réseau WaveNet™, partie intégrante de la Suite Réfractive, minimise encore le risque d'erreurs humaines en assurant un lien direct entre les lasers Excimer et femtoseconde et les outils de diagnostic ayant mesuré les détails réfractifs de chaque œil.

Ainsi, tout est conçu dans cet ensemble Femto + Excimer pour apporter confort, efficacité et sécurité au chirurgien et à ses patients.

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



2 000 premiers cas avec la Suite Réfractive

→ M. HERMANN, H. BASLY,
O. CLAVIER
Clinique Vision Laser des Alpes,
GRENOBLE.

La Clinique Vision Laser des Alpes (CVLA), centre consacré à la chirurgie réfractive, a vu le jour en décembre 2006 à Grenoble. Les fondateurs (Dr Basly et Dr Hermann) aspiraient à une chirurgie minimisant les risques et garantissant un résultat optimal pour le patient. Pour y arriver, le centre s'est équipé du laser Excimer Mel80 et du laser Femtoseconde FS60, puis iFS 150 délaissant les risques et les craintes des microkératomes et devenant le précurseur de la chirurgie 100 % laser de la région dauphinoise. La collaboration avec le laboratoire Alcon débuta lorsque nous avons voulu répondre à une demande et à un besoin de nos patients : une solution durable pour corriger la presbytie.

La clinique a donc choisi de faire confiance à Alcon et, en avril 2009, l'ALLEGRETTO 400 Eye-Q de WaveLight® intégra le plateau chirurgical de la CVLA. Fort de son programme de correction de la presbytie, mais aussi de "ses 400 Hz", l'ALLEGRETTO 400 Eye-Q de WaveLight® permettait de diminuer de manière significative la durée des traitements et d'augmenter la plage des corrections réalisables.

Toujours dans l'optique de garder un pôle chirurgical de dernière génération, l'acquisition de la Suite Réfractive

(FS200 + EX500) a été effectuée en octobre 2011. Ce laser Femtoseconde de dernière génération nous a séduit pour deux avantages majeurs : la possibilité de recentrer le volet sans perte de surface et la qualité de la découpe permettant d'obtenir un lit plus lisse, moins d'*Optical Bubble Layer* (OBL) en améliorant donc la qualité du volet cornéen créé.

La Suite Réfractive de WaveLight® nous a permis de traiter à ce jour plus de 2 000 cas (d'amétropies et de presbyties), offrant un panel suffisant d'un point de vue qualitatif et quantitatif pour donner un avis objectif de ce plateau chirurgical.

La clinique a donc connu trois générations de laser Excimer et trois générations de laser Femtoseconde. Nous allons donc vous présenter les nombreux avantages que présente cette Suite Réfractive, la comparant à ce que nous avons connu via les traitements réalisés et les résultats patients.

Le plateau technique

La Suite Réfractive ne se limite pas uniquement à l'EX500 et au FS200, il s'agit d'un ensemble de machines qui sont toutes connectées les unes aux autres via un réseau intranet : "le Wave-net". Ces appareils de prise de mesures préopératoires comprennent deux topographes : un pentacam Oculyzer™ et un topographe placido Topolyzer™ :

– l'Oculyzer™ donne les décentrement x, y du centre pupillaire, les cartes pachymétriques avec indices CTPS, les

cartes d'élévation, les cartes différentielles et les indices topographiques ;
– le Topolyzer™ donne les indices topographiques spéculaires composites et statistiques, l'image irienne et le shift pupillaire (décentrement du centre optique en fonction du diamètre pupillaire).

Le réseau ici va permettre de créer un lien topographique (topolink) entre la topographie et le traitement du patient. Les cartes seront donc importées sur le réseau, permettant de traiter plus précisément les astigmatismes irréguliers et autres défauts. Ce lien permet aussi d'intégrer au traitement la reconnaissance irienne ainsi que trois dimensions supplémentaires à l'Eye tracker (axes x, y, z) : la cyclotorsion, le *tilt* et le *roll*.

Enfin, dernier appareil, le WaveLight® Analyzer permet d'effectuer des traitements aberrométriques.

Les traitements sont programmés à l'aide d'une station de planification située à l'extérieur du bloc opératoire, rendant donc possible la rentrée de données dans

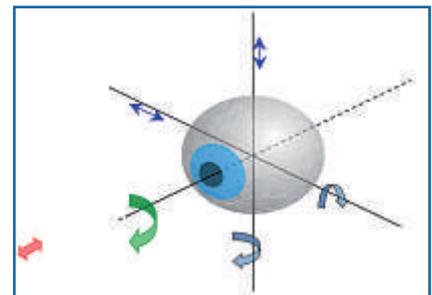


FIG. 1 : Eye tracker multidimensionnel.

le réseau lorsqu'un opérateur utilise la Suite Réfractive. Plusieurs modes sont possibles pour l'EX500 : le traitement standard WFO (Wavefront Optimized™), le traitement Custom Q™ (F-CAT – presbytie), le traitement Topography-guided (T-CAT), le traitement WFG Wavefront-Guided, et enfin le PTK.

Le FS200 possède de même plusieurs programmes : création de volets standards, création de volets customisés (ovales par exemple), le programme "Anneaux cornéens" et le programme Kératoplastie.

A chaque instant, il est possible de vérifier la bonne congruence du volet par rapport au profil d'ablation.

A noter pour l'ergonomie que la Suite Réfractive possède un lit commun qui se place dans trois positions pour permettre au patient un meilleur confort durant l'intervention : une position "d'accueil/sortie", une position "FS200" et une position "EX500", le tout bien évidemment automatisé.

Présentation des 2 000 premiers cas effectués

Nous avons testé toutes les corrections extrêmes permises par l'EX500, en obtenant des résultats précis malgré les fortes valeurs d'amétropies traitées. Nous comptons une part importante de traitements myopiques (environ 60 %), les traitements hypermétropiques/presby-

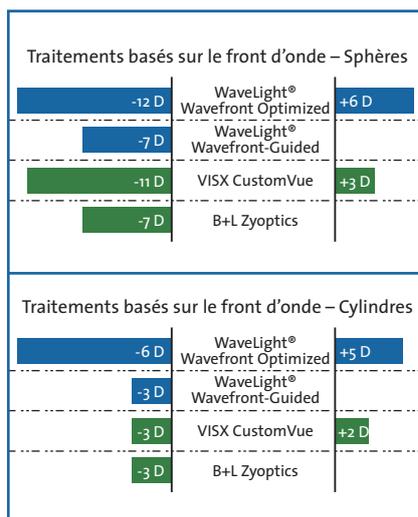


FIG. 2 : Plages de traitements validées par la FDA.

ties représentent 30 % et les traitements astigmatismes 10 %.

Le **tableau I** présente la répartition des traitements par type d'amétropies, les traitements myopie + presbytie ont été comptabilisés dans la catégorie myopie.

Pour chacun de ces cas, nous avons respecté certains critères que nous pensons fondamentaux :

- exclusion de toute cornée suspecte (cornée trop irrégulière et suspicion de kératocônes)
- 300 µm de mur postérieur résiduel ;
- kératométrie postopératoire supérieure à 36 dioptries et inférieure à 48 dioptries ;
- le volet cornéen est programmé le plus souvent entre 90 et 100 µm (précision de 5 µm) réalisant un SBK (*Sub Bowman's keratomileusis*) ;

Myopie (± astigmatisme)	-1.00 - -3.75	-4.00 - -7.75	-8.00 - -12.00
60 %	45 %	35 %	20 %
Hypermétropie	+1.00 - +3.00	+3.25 - +6.00	
15%	80%	20%	
Astigmatisme pur	Cyl. 1.00 - 2.75	Cyl. 3.00 - 6.00	
10 %	80 %	20 %	
Presbytie	< +1,00	+1,00 - +4,00	
15 %	10 %	90 %	

TABLEAU I.

- en revanche, nous ne retenons pas de critère pachymétrique minimum préopératoire (le dogme des 500 µm ne reposant sur aucun critère clinique ou topographique sérieux).

A six mois, le taux de retouche est inférieur à 5 %, ceci est en partie expliqué par la stabilité des résultats et la précision des profils d'ablation même dans les cas d'amétropies fortes.

Pour le FS200, le centrage informatique des volets permet un traitement optimal dans les tous les cas de configuration anatomique (cas de décentration pupillaire important, hypermétropie forte et astigmatisme inverse). Les contrôles de volets à l'OCT Visante™ nous donnent une précision à 5 microns. Nous avons noté que la qualité du lit stromal était optimale à 90 microns.

Nous n'avons déploré aucune complication mettant en jeu une perte d'acuité visuelle.

Traitement de la presbytie

Le traitement laser de la presbytie avec l'EX500 est basé sur les profils asphériques, réalisant une pseudomultifocalité centrée. Le programme Custom Q™ permet de faire varier la constante conique Q (ou facteur Q) qui qualifie la variation de courbure de l'axe vers les bords, c'est-à-dire le facteur d'asphéricité. Le principe est de rendre ce facteur négatif, ce qui crée une ellipse prolata et entraîne des aberrations sphériques négatives (AS-); d'une part, ces AS- se forment en arrière du plan focal maculaire, et d'autre part la modification du profil entraîne une hypermétropisation qu'il faut corriger (*shift* myopique). La vision de loin sera rétablie grâce aux AS- qui se formeront sur le plan focal maculaire, et la vision de près, centrale et en avant du plan maculaire, sera bonne sans aberration (**fig. 3**). La correction du *shift* myopique se fait selon des critères

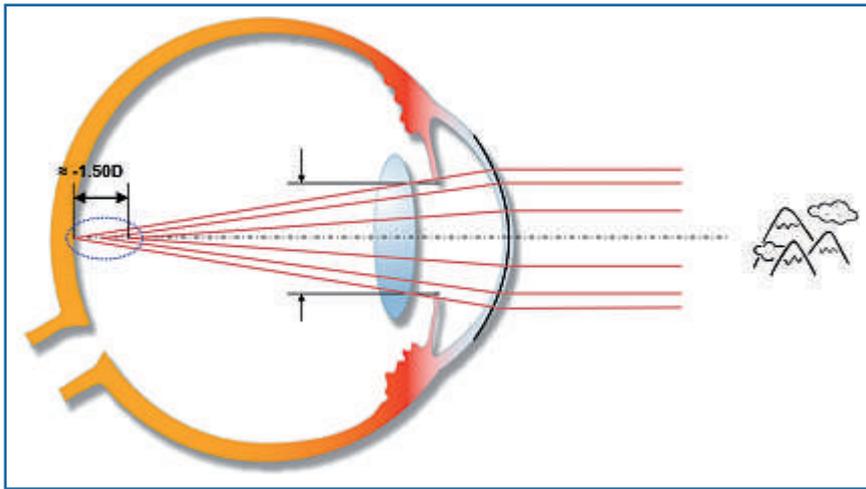


FIG. 3 : Projection des AS- sur la macula. La combinaison d'une monovision (rayons centraux focalisés en avant de la rétine) et d'une hyperproclatité de la cornée (rayons périphériques focalisés en arrière des rayons centraux) crée une plus grande profondeur de champ.

pachymétriques, de calculs de sphéricité et des tables.

Cette modification du facteur Q peut être modulée en le modifiant sur les deux yeux ou seulement sur l'œil dominé. Pour notre part, nous effectuons la modification du facteur Q le plus souvent à -1 sur l'œil dominé, notamment en cas d'hypermétropie ou de myopie. En cas d'emmétropie et si la personne est motivée, on peut privilégier la vue de près en modifiant le facteur Q de manière bilatérale. Pour notre part, nous effectuons la modification du facteur Q le plus souvent à -1 sur l'œil dominé; notamment, en cas d'hypermétropie ou de myopie, en cas d'emmétropie et si la personne est motivée, on peut privilégier la vue de près en modifiant le facteur Q de manière bilatérale. Dans ce cas, la vision de loin

se fera avec des AS- et risque d'être perturbée. Aujourd'hui, le traitement de la presbytie représente 15 % de nos procédures avec un taux de retouche de moins de 5 %. La grande majorité (90 %) des patients sont satisfaits du résultat (ce qui correspond à Parinaud 2 pour eux); dans les hypermétropies acquises, le traitement de la presbytie sera optimal vers 55 ans; chez les myopes, à l'âge de la presbytie, nous réalisons sur l'œil dominé une modification du facteur Q même en cas de myopie forte (une sous-correction est bien sûr recommandée).

Conclusion

Au total, la plateforme Suite Réfractive nous apporte actuellement une meilleure sécurité et de meilleurs résultats.

Elle est complète, permettant :

>>> **Pour l'EX500**, le traitement des amétropies fortes, l'utilisation des profils asphériques pour la presbytie, des possibilités multiples : cyclotorsion, topo-guided, Wavefront-Guided™. Le taux de retouche à 6 mois est inférieur à 2 % ; la stabilité des résultats dans les cas d'amétropies fortes explique cela (dans notre expérience, seul le laser Alcon permet cela).

>>> **Pour le FS200**, le centrage optimal des volets, la réalisation courante de SBK, les possibilités de programmation multiples, le centrage facilité des procédures d'anneaux et la kératoplastie pour les centres intéressés. Les contrôles de volet effectués en OCT Visante nous ont donné une précision de 5 µm.

Le taux d'incidents peropératoires est inférieur à ceux notés avec l'iFS 150 du fait de la plus grande sécurité de la procédure (double succion, double voyant vert). La qualité des volets est supérieure (meilleur centrage, qualité du lit stromal supérieure). Pour la fonction "Anneaux Intra-cornéens", la facilité de centrage est sans comparaison avec la fonction identique de l'iFS 150 qui ne permettait pas le recentrage sur écran par rapport à l'axe visuel.

Nous ne déplorons aucune complication mettant en jeu le pronostic visuel.

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



Traitement WF Optimized™ : un traitement personnalisé en standard

→ B. AMELINE-CHALUMEAU

Clinique de la Vision,
Hôpital des Quinze-Vingts,
PARIS.

En chirurgie réfractive, les traitements dits “optimisés” ont pour objectif de réduire les aberrations induites par la correction des amétropies sphériques et cylindriques. L’aberration sphérique (ordre 4) étant la plus significative cliniquement lors d’un traitement centré, ces traitements sont aussi appelés “asphériques”. Dans la lignée des lasers WaveLight®-Alcon, le Wave® Eye-Q puis l’EX500 ont, par leurs profils de correction, contribué à l’amélioration de la qualité des corrections réfractives (fig. 1).

Des profils d’ablation asphériques optimisés pour tous les patients

Le terme d’optimisation des corrections traduit le fait de compléter la correction des amétropies de premier ordre (sphère et cylindre) par une correction “préventive” de l’aberration sphérique

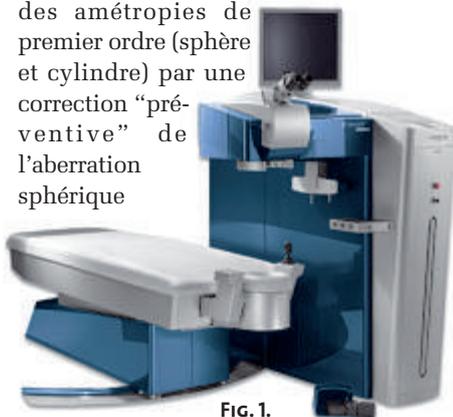


FIG. 1.

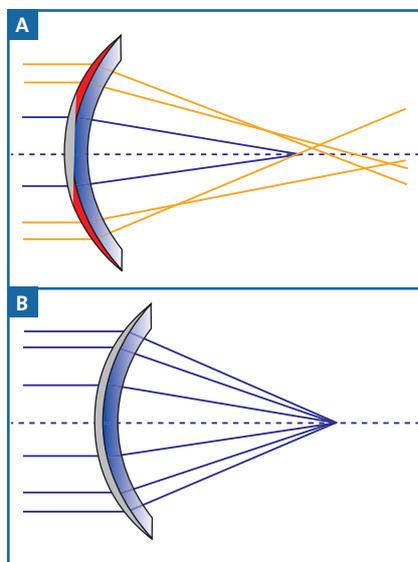


FIG. 2 : A : ablation standard. B : ablation optimisée.

induite. On le sait, la cornée est naturellement presque toujours prolate et une correction myopique va la rendre oblate [1]. Cette inversion de l’asphéricité cornéenne participe en grande part à la détérioration de la qualité de vision postopératoire (fig. 2). L’objectif est donc de la minimiser. On parle parfois alors pour ces lasers de profils prolates, ce qui est sans doute exagéré, mais rend toutefois compte de l’effet sur l’aberration sphérique mesurée objectivement en aberrométrie postopératoire. Et ce qui est au final le plus important se traduit cliniquement en termes d’amélioration de la qualité de vision [2] et d’amélioration de la sensibilité au contraste [3].

L’optimisation est obtenue par la compensation de l’effet de déformation des

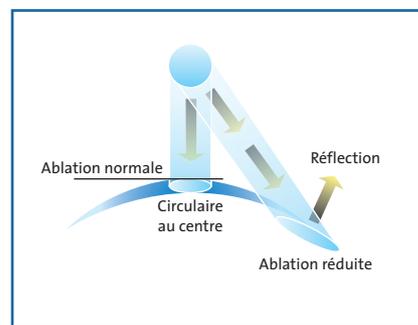


FIG. 3 : Ovalisation des impacts périphériques due à l’angulation du faisceau.

impacts en périphérie de la cornée. L’angle d’incidence du faisceau laser entraîne en effet une ovalisation et un étalement des impacts, et donc potentiellement une sous-corrrection périphérique (fig. 3). La compensation de cet effet est obtenue par une multiplication des impacts en périphérie de correction.

Les profils optimisés ou asphériques n’augmentent par ailleurs pas la profondeur d’ablation au centre puisque celle-ci est annoncée pour 15,23 µ par dioptrie pour une zone optique de 6,5 mm. La plupart de nos patients présentent un faible taux d’aberrations en préopératoire (RMS < 0,35 µm) et ce mode de correction optimisé s’avère au moins aussi performant que les traitements aberrométriques [4, 5].

Le succès de ces profils tient aussi à leur simplicité d’utilisation. Ils sont indépendants des mesures aberrométriques préopératoires et donc indépendants des modifications avec l’âge de ces mêmes mesures aberrométriques. Ils ne sont pas

aussi dépendants de la qualité du centrage que des traitements aberrométriques.

Les profils de cette famille de lasers ont une deuxième qualité qui explique aussi leur succès: la largeur des diamètres de correction (zone optique) par défaut de 6,5 mm, pouvant aller jusqu'à 8 mm. Ces diamètres sont objectivés sur les images topographiques postopératoires. Ils sont obtenus en réduisant les zones de transition. Vitesse de stabilisation et qualité de vision sont directement améliorées par cette avancée.

Ces deux améliorations, réduction de l'inversion de l'asphéricité induite et diamètre de la zone optique, sont tout particulièrement intéressantes dans la correction des fortes amétropies, aussi bien la myopie que l'astigmatisme et l'hypermétropie [4]. Les indications vont de -12 à +6 D de correction sphérique et 6 D d'astigmatisme, y compris les astigmatismes mixtes.

Les autres caractéristiques du laser EX500

Il propose d'autres profils personnalisés, comme ses prédécesseurs :

– couplés aux deux topographes, soit le Topolyzer™ (antérieur) soit l'Oculyzer™ (élévation);

– ou la possibilité de choisir une asphéricité cible, et, en augmentant le caractère prolate de la cornée, d'augmenter la profondeur de champ pour compenser en partie la presbytie. Disponible pour tous les types d'amétropie, ce profil est couramment utilisé chez les hypermétropes presbytes.

Une fréquence de 500 Hz range ce laser parmi les plus rapides: une correction d'une dioptrie prend 1,7 secondes, pour un diamètre de 6,5 mm. La fréquence conjointe de l'Eye tracker est de 1050 Hz et son temps de réponse de 2 millisecondes. Cette accélération des traitements diminue la déshydratation

peropératoire du stroma et du capot et augmente la reproductibilité des traitements. Le confort et la fixation du patient sont aussi améliorés.

Comme son prédécesseur (l'ALLEGRETTO WAVE® Eye-Q), le laser Excimer EX500 émet un *flying spot* gaussien de 0,9 mm de diamètre. La stabilité de l'énergie du faisceau est toujours protégée par une circulation en atmosphère confinée, purgée en continu avec de l'azote, permettant de contrôler l'hygrométrie et la température en tout point.

Le report dans les oculaires de l'opérateur du nom du patient, du traitement programmé et le suivi de sa progression en temps réel constitue un élément de sécurité supplémentaire.

La pachymétrie est mesurable à tout moment en peropératoire. Ces mesures sont effectuées par *Optical Low Coherence Reflectometry*. Une mémorisation de trois mesures est prévue: avant, puis après soulèvement du capot, enfin après ablation laser. Il est également possible à tout moment, en interrompant l'ablation, de déclencher une mesure.

Le nouvel Eye tracker doit être piloté par le topographe Topolyzer™ Vario. En préopératoire, on obtient une image topographique antérieure (disque de Placido), une image irienne et les données anatomiques nécessaires à un pilotage de l'Eye tracker dans les 6 mouvements possibles de l'œil (X, Y, Z, cyclotorsion, *roll* et *tilt*). Le traitement pourra être précisément centré, au choix: sur le centre pupillaire, l'apex cornéen ou l'axe visuel, grâce à l'analyse préopératoire de la course du centre pupillaire en fonction de l'état de dilation (*shift* du centre pupillaire). Le NeuroTrack, comme dans le modèle précédent, corrige la cyclotorsion en stimulant le réflexe oculovestibulaire (fig. 4).

Les corrections optimisées deviennent une règle en chirurgie réfractive. Leur

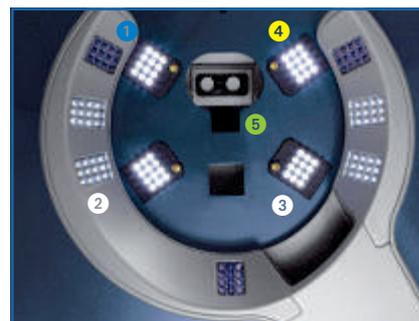


FIG. 4 : 1. Eclairage Infrarouge. 2. Eclairage opératoire latéral. 3. Eclairage opératoire axial. 4. Neurotrack. 5. Point de fixation du patient.

utilisation est simple et reproductible. En réduisant l'aberration sphérique induite, elles améliorent significativement la qualité de vision des patients, avec un avantage tout particulier chez les forts amétropes.

Bibliographie

1. HERSH PS, FRY K, BLAKER JW. Spherical aberration after laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy. Clinical results and theoretical models of etiology. *J Cataract Refract Surg*, 2003; 29: 2096-2104.
2. GAMBATO C *et al.* Wavefront-optimized surface ablation with the ALLEGRETTO WAVE® Eye-Q excimer laser platform: 12-month visual and refractive results. *J Refract Surg*, 2011; 27: 792-795.
3. ANG RE, CHAN WK, WEE TL *et al.* Efficacy of an aspheric treatment algorithm in decreasing induced spherical aberration after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*, 2009; 35: 1348-1357.
4. STONECIPHER KG, KEZIRIAN GM, STONECIPHER M. LASIK for -6.00 to -12.00 D of myopia with up to 3.00 D of cylinder using the ALLEGRETTO WAVE: 3- and 6-month results with the 200- and 400-Hz platforms. *J Refract Surg*, 2010; 26: S814-8.
5. GEORGE MR, SHAH RA, HOOD C, KRUEGER RR. Transitioning to optimized correction with the WaveLight ALLEGRETTO WAVE: case distribution, visual outcomes, and wavefront aberrations. *J Refract Surg*, 2010; 26: S806-13.

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



Photoablation guidée par la topographie en chirurgie réfractive et dans le kératocône

→ D. PIETRINI

Clinique de la Vision, PARIS.

Centre Cornée Kératocône, PARIS.

La chirurgie réfractive doit aujourd'hui comporter un volet thérapeutique pour prendre en charge les cornées spontanément irrégulières ou déformées par un traitement préalable. C'est l'objectif des traitements dits "topolink" guidés par la topographie.

La prise en charge du kératocône, caractérisé par l'irrégularité cornéenne liée à l'ectasie, s'est transformée récemment par l'apport des nouvelles techniques conservatrices capables non seulement d'améliorer la vision gravement détériorée des patients mais aussi de stabiliser, voire de stopper, le potentiel évolutif de la maladie ectasique, en particulier chez les sujets les plus jeunes.

Le développement et les performances des photoablations guidées par la topographie, associées à toutes les autres techniques de réhabilitation visuelle de façon synergique, peuvent améliorer la réfraction et la mauvaise qualité de vision des patients atteints de kératocône. L'apport du topolink dans cette pathologie a changé la condition visuelle des patients et contribué à rendre le recours à la greffe exceptionnel.

Les photoablations guidées par la topographie sont efficaces pour traiter l'astigmatisme irrégulier

Calquer une photoablation sur un profil topographique cornéen ou sur l'ana-

lyse préopératoire du front d'onde est une technique désormais utilisée en pratique courante en chirurgie réfractive mais aussi en chirurgie cornéenne réparatrice. Dès que les remaniements cornéens sont majeurs, seul le guidage topographique de la photoablation peut régulariser la cornée. Ces photoablations sont capables de régulariser les cornées irrégulières et de diminuer ou de supprimer les aberrations sources de mauvaise qualité de vision, en particulier lors des retraits pour décentrement, pour la reprise de petites zones optiques, voire pour traiter l'astigmatisme irrégulier après greffe de cornée.

Ce type de traitement très efficace a été utilisé avec succès pour traiter "l'aberration" du kératocône, mais la crainte de l'amincissement d'une cornée biomécaniquement faible et la description de rares cas d'ectasie après photoablation de surface (PKR) ont fait limiter ce traitement au cours des dernières années à la prise en charge de cas particuliers.

L'essor et l'efficacité du cross-linking (CXL) du collagène cornéen portés par de nombreuses études confirment chaque jour l'intérêt de cette procédure pour "rigidifier" le tissu cornéen et stopper la progression de l'ectasie du kératocône, de la dégénérescence marginale pellucide ou de l'ectasie post-Lasik. En présence de riboflavine à 0,1 % agissant comme agent "photosensibilisant", les UVA appliqués à une irradiance de 3 à 30 mW/cm² sont absorbés à 95 % par les 300 premiers microns de la cornée antérieure.

CXL + PKR guidée par la topographie : une association synergique

L'intérêt de l'association de ces deux traitements apparaît immédiatement. Il s'agit d'améliorer la réfraction, la qualité de vision et de restaurer la meilleure acuité visuelle diminuée par la déformation cornéenne mais, dans le même temps, de stabiliser définitivement l'ectasie cornéenne.

Après avoir cherché la meilleure séquence de traitement (PKR puis CXL ou CXL puis PKR), il nous est apparu rapidement que l'association des deux techniques dans le même temps était souhaitable et performante. Une procédure unique associant une photoablation guidée par la topographie suivie immédiatement du CXL du collagène est extrêmement synergique. En effet, la photoablation appliquée sur un tissu vierge est plus prédictible et l'apoptose engendrée par le CXL diminue la réponse immune et par là-même le haze potentiel.

Questions posées

>>> **L'amincissement cornéen** : le point clé de ce traitement, plus encore que pour la réalisation d'un CXL isolé, est l'épaisseur cornéenne. L'ablation doit être limitée à 40 ou 50 microns et nous fixons la pachymétrie cornéenne au point le plus mince, aux environs de 450 microns, pour réaliser ensuite le CXL dans les conditions optimales de

sécurité en laissant une cornée en postopératoire supérieure à 400 microns au point le plus mince.

>>> Les changements réfractifs induits par chaque procédure : chacune de ces techniques (PKR et CXL) induit, à des degrés divers, une modification réfractive (*shift* réfractif) peu prévisible. C'est le cas de la PKR guidée par la topographie qui, en fonction du type d'ablation centrale ou périphérique et de la zone optique (souvent petite pour en accroître l'effet), peut induire des modifications réfractives aléatoires, en particulier sur des cornées très irrégulières. De même, le CXL induit un aplatissement cornéen pouvant aller jusqu'à 2,00 dioptries dans les mois ou années suivant la procédure dont il faudra tenir compte. Pour ces différentes raisons, cette association ne peut en aucun cas être présentée comme une chirurgie réfractive.

Technique chirurgicale

Pour ces traitements particuliers guidés par la topographie, nous utilisons le laser Alcon EX500 (WaveLight® AG, Erlangen, Germany). Après la désépithélialisation, notre protocole d'ablation utilise de petites zones optiques comprises entre 5 et 6 mm afin d'avoir le maximum d'effet et une ablation toujours inférieure à 50 microns. La programmation des valeurs de sphères et de cylindres est limitée à un maximum de 70 % des valeurs mesurées en préopératoire, afin d'anticiper les changements réfractifs induits. Le logiciel édite un profil ablatif propre à chaque cornée.

Dans le cas du kératocône, il présente l'intérêt d'associer à la fois une photoablation paracentrale sur la zone ectasique et une photoablation périphérique en regard de la zone la plus plate pour rendre la cornée la plus sphérique possible. Nous réalisons ensuite le CXL dans les conditions habituelles. Compte tenu de l'absence de haze habituellement

supérieur à 1+, nous n'appliquons jamais de mitomycine. Nous posons une lentille de contact et le traitement postopératoire comporte des collyres antibiotiques et lubrifiants non spécifiques. Des morphiniques sont prescrits pour 12 heures, immédiatement après la procédure. A la différence d'un CXL réalisé isolément, l'amélioration subjective est rapide et apparaît souvent au cours du premier mois postopératoire.

Des modifications réfractives minimales peuvent avoir lieu tardivement jusqu'à 1 an ou 2 après la procédure.

Indications des traitements topolink

1. En chirurgie réfractive

Le topolink peut être utilisé dans toutes les irrégularités cornéennes qu'il s'agisse d'astigmatismes irréguliers congénitaux ou d'irrégularités survenues après une première chirurgie réfractive, en particulier décentrement ou petites zones optiques. L'objectif est d'améliorer la meilleure acuité visuelle corrigée et de diminuer les aberrations optiques, coma en particulier. Le patient doit être prévenu des modifications réfractives potentielles (*shift* réfractif), d'autant moins prévisibles que la cornée est irrégulière.

2. En chirurgie réparatrice cornéenne et pour le kératocône

Les photoablations guidées par la topographie sont très efficaces dans l'astigmatisme irrégulier après kératoplastie ou dans les irrégularités cicatricielles. Dans la prise en charge du kératocône, le topolink est le plus souvent associé au CXL du collagène cornéen, soit en première intention, soit après une implantation préalable d'anneaux intracornéens lorsque persiste une amétropie ou un astigmatisme résiduels limitant le résultat fonctionnel.

Notre stratégie actuelle consiste à

réaliser la photoablation topolink d'emblée lorsque la meilleure acuité visuelle corrigée est supérieure ou égale à 7 ou 8/10^e, compte tenu d'un gain de meilleure acuité visuelle moyen d'environ 1,5 ligne. Lorsque la meilleure acuité visuelle est inférieure à 7 ou 8/10^e, le choix se porte d'abord sur une implantation d'anneaux intracornéens pour le haut pouvoir cornéoplastique remodelant. La photoablation si nécessaire est réalisée 3 mois plus tard.

Exemples cliniques

>>> Décentrement et petite zone optique après PKR pour forte myopie : le topolink permet dans ce cas de supprimer la gêne fonctionnelle (halos et diplopie monoculaire liés au décentrement), mais aussi d'améliorer la réfraction résiduelle. Dans un tel cas, le *shift* réfractif reste assez prévisible (**fig. 1**).

>>> Kératocône évolutif, intolérance aux lentilles rigides, diminution de la qualité de vision et perte de meilleure acuité visuelle limitée à 7/10^e après correction d'un astigmatisme de 3 dioptries : le laser génère un profil ablatif calqué sur les données topographiques préalablement transmises. La correction entrée dans le laser est partielle et l'ablation centrale maximum est de 31 microns. Les premières cartes topographiques montrent l'aspect pré- et postopératoire

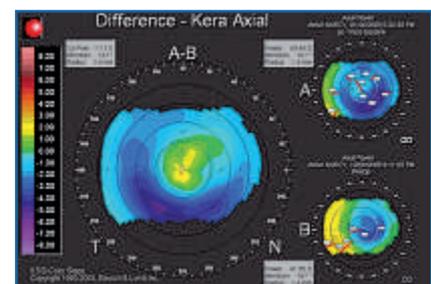


FIG. 1 : Cartographie Orbscan différentielle (à gauche) avant (en bas à droite) et après (en haut à droite) traitement topolink pour petite zone optique et décentrement.

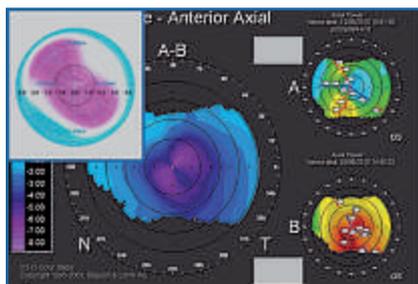


FIG. 2: Topolink pour kératocône. La topographie différentielle (à gauche) montre une ablation calquée sur l'irrégularité initiale (en bas à droite). Le profil ablatif est édité par le laser.

et les cartes topographiques suivantes montrent la topographie différentielle comparée au profil ablatif. La correction réfractive et la régularisation cornéenne permettent d'obtenir un gain d'acuité visuelle sans correction de 2 lignes mais aussi un gain de meilleure acuité de 2 lignes également (**fig. 2**).

>>> Kératocône évolutif évolué, intolérance au port des lentilles de contact, perte de meilleure acuité visuelle à 5/10° après implantation d'anneaux intracornéens : le laser édite un profil ablatif dont l'ablation est décalée en inférieure et apporte dans ce cas favo-

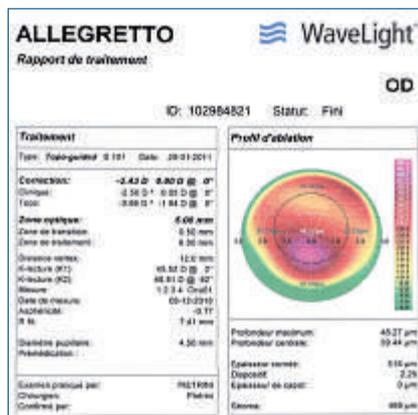


FIG. 3.

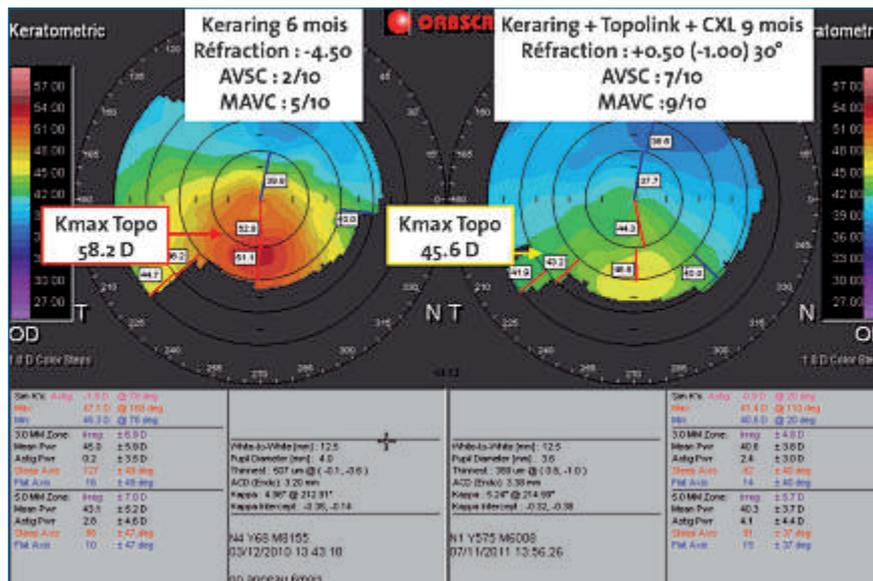


FIG. 4.

nable un gain de 4 lignes de meilleure acuité visuelle corrigée et un aplatissement cornéen supplémentaire au sommet de l'ectasie d'environ 7 dioptries (**fig. 3 et 4**).

Conclusion

Les photoablations topolink sont un outil indispensable dans la prise en charge réfractive et réparatrice. Pour le traitement du kératocône, l'association d'une photoablation limitée guidée par la topographie associée au cross-linking du collagène dans le même temps permet non seulement d'améliorer l'erreur réfractive et la qualité de vision par la régularisation topographique engendrée par le profil ablatif spécifique, mais aussi de traiter l'instabilité cornéenne. Cette association représente une alternative supplémentaire dans la prise en charge conservatrice du kératocône qui améliore encore

davantage la situation de nos patients traités et contribue encore à la diminution des indications des kératoplasties.

Pour en savoir plus

1. KRUEGER RR, KANELLOPOULOS AJ. Stability of simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy and riboflavin/UVA cross-linking for progressive keratoconus : case reports. *J Refract Surg*, 2010; 26 : S827-32.
2. KANELLOPOULOS AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg*, 2009; 25 : S812-8.

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



Correction laser des fortes amétropies

→ P. CHASTANG

Institut Laser Vision Rothschild, PARIS.
Fondation Ophthalmologique Rothschild, PARIS.

La place du Lasik est redevenue plus importante ces dernières années pour la correction des fortes amétropies, grâce aux nouvelles avancées technologiques. Cette indication n'en demeure pas moins difficile, bien que les dernières avancées technologiques aient permis d'améliorer la précision réfractive, la stabilité, la qualité de vision postopératoire et la sécurité de la chirurgie laser.

Aussi, dans ce type d'indication, il est indispensable d'utiliser des lasers de dernière génération pour optimiser les résultats, ainsi que de délivrer une information très éclairée, mentionnant clairement les limites mécaniques (ectasie) et fonctionnelles (amétropie résiduelle et aberrations optiques induites par la chirurgie).

Dans le cadre de ce dossier consacré à la plateforme Alcon WaveLight®, nous verrons les avantages que peuvent procurer l'utilisation du laser femtoseconde FS200 et celle du laser Excimer EX500 dans le cadre du traitement des fortes amétropies.

Place du Lasik et alternatives

Trois techniques différentes peuvent être proposées pour corriger une forte amé-

trie: une photoablation cornéenne (Lasik), la mise en place d'implants phaques, ou une chirurgie du cristallin clair. Le choix de la technique est multifactoriel: type d'amétropie, âge du patient, antécédents, anatomie cornéenne et du segment antérieur, mode de vie du patient...

Une chirurgie du cristallin doit être proposée si une opacification cristallinienne est déjà présente et, en première intention, pour les patients âgés de plus de 60 ans. Pour les patients plus jeunes avec un cristallin encore transparent, le Lasik est la technique de choix chaque fois que possible. Le rapport bénéfice/risque du Lasik est plus favorable que celui des implants phaques, qui présentent les risques potentiellement cécitants de toute chirurgie intraoculaire.

Forte amétropie et risque biomécanique

La réalisation d'un Lasik pour la correction d'une forte amétropie entraîne un volume et une profondeur de photoablation tissulaire importants. Par exemple, la correction d'une myopie de 12 D avec une zone optique de 6,0 mm nécessite une profondeur d'ablation d'environ 150 µm. En cas d'astigmatisme associé, la profondeur maximale d'ablation ne correspond pas à celle de l'équivalent sphérique, mais à la somme des profondeurs d'ablation nécessaires pour traiter la sphère et le cylindre. Cela expose logiquement à un risque d'ectasie majoré, avec les conséquences fonctionnelles graves qui en découlent.

Aussi, un mur postérieur le plus épais possible doit être préservé. Un **minimum de 300 µm** nous semble devoir être retenu comme règle de bonne pratique. Le respect, avec une grande probabilité, du mur postérieur le plus épais possible nécessite la réalisation de **capot fin (100 à 110 microns en fonction des habitudes), en utilisant toujours l'aide d'un laser femtoseconde**. En effet, l'emploi d'un laser femtoseconde assure une plus grande reproductibilité (de l'ordre de 10 microns) dans la profondeur des découpes obtenues, comparativement aux découpes mécaniques. Il n'est en effet pas rare de constater dans certains cas d'ectasie une mesure OCT de l'épaisseur du capot à plus de 200 µm alors qu'initialement prévue pour être de l'ordre de 130 µm (fig. 1).

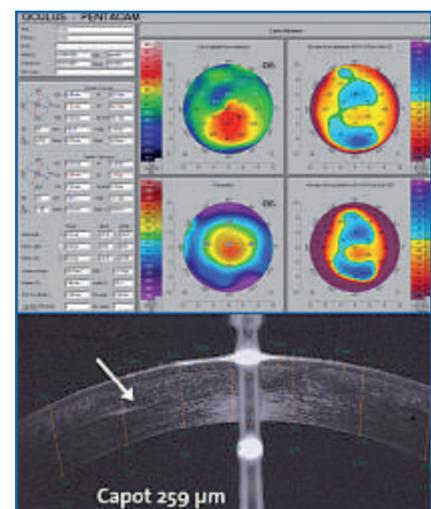


FIG. 1: Aspect d'ectasie survenue au décours d'un Lasik mécanique, pour la correction d'une myopie moyenne. La topographie préopératoire semblait normale. L'analyse de la cornée en OCT montrait une découpe très profonde estimée à 259 µm, alors qu'une épaisseur de capot d'environ 130 µm était visée.

Le laser Alcon WaveLight® se différencie de la concurrence par une mesure systématique (et obligatoire) avant chaque chirurgie de la hauteur du cône d'aplanation. La compensation optique des variations de hauteur inhérentes au processus de fabrication permettrait d'améliorer encore un peu plus la précision de la profondeur de découpe. Une étude est en cours dans le service pour le vérifier.

Dans ce type d'indication, **il faut aussi prendre en compte le risque de retouche plus fréquent**. Or elle ne sera envisageable avec sécurité que si le mur postérieur le permet. La mesure du mur postérieur réel avant retouche est cependant difficile avec précision, même avec un OCT de type Visante, le repérage de l'interface n'étant pas toujours aisé. **Un des avantages de la plateforme WaveLight® est la présence d'un pachymètre optique monté sur le laser Excimer EX500**. Il permet de mesurer en peropératoire le lit résiduel, une fois le capot soulevé. La précision des mesures est certainement meilleure que celle de l'OCT préopératoire.

Forte amétropie et diamètre des capots

Le diamètre du capot doit être adapté au diamètre du profil de photoablation. C'est un autre avantage bien connu des lasers femtoseconde.

Dans le cadre des fortes myopies, le diamètre de la zone optique est de 6,0 mm, et celle de la zone de transition de 8,5 mm au maximum en cas de cylindre associé. Aussi, un diamètre de découpe de 8,8 mm est en général tout à fait suffisant. Il est inutile de réaliser dans cette indication des découpes plus larges. En effet, elles ne sont d'aucun bénéfice. De surcroît, plus la découpe est large, plus le nombre de terminaisons nerveuses sectionnées est important, avec une plus grande sécheresse oculaire postopératoire comme corollaire. Le nombre

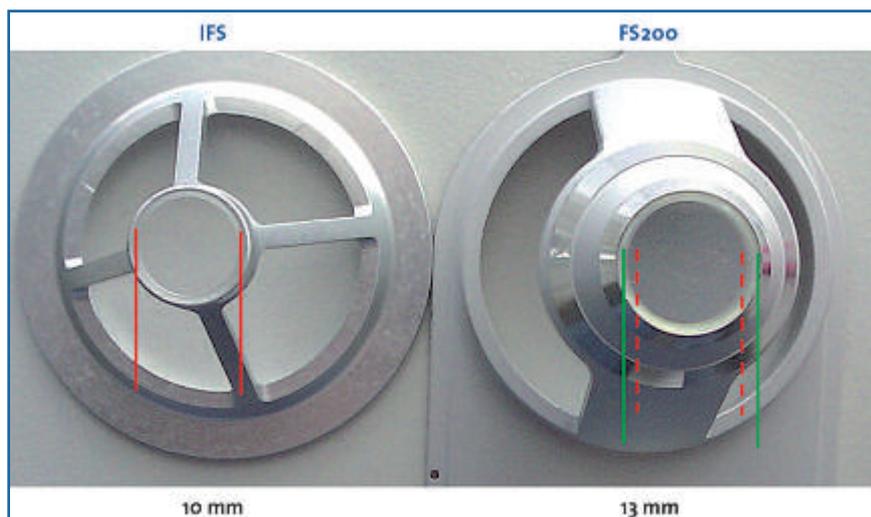


FIG. 2 : Cônes d'aplanation : la surface d'aplanation est plus large avec le cône du laser femtoseconde Alcon FS200 qu'avec celui du laser Intralase IFS.

de lamelles collagènes sectionnées est aussi plus important, ce qui est certainement délétère sur le plan biomécanique.

Dans le cadre des fortes hypermétropies, le diamètre optimal de la zone optique est de 6,5 mm avec une zone de transition de 8,9 mm. Un capot de plus grand diamètre est donc nécessaire, idéalement de 9,2 mm. **Le laser femtoseconde Alcon FS200 permet de réaliser des capots larges bien plus facilement que le laser Intralase** dont nous avons par ailleurs l'expérience, grâce à un plus grand diamètre de la surface du cône d'aplanation (fig. 2).

Dans le cadre des forts astigmatismes, il est intéressant de placer la charnière dans le petit axe du traitement. Son positionnement est libre sur le laser FS200, comme sur les autres lasers femtoseconde.

Forte amétropie et profils d'ablation

La réalisation de traitements avec de larges zones optiques garantit une qualité de vision au mieux préservée, mais entraîne une profondeur d'ablation importante (qui augmente avec le carré

du rayon) et limite ainsi l'épaisseur du mur postérieur [1].

Dans le cadre des traitements des fortes myopies, une zone optique de 6 mm est dans notre expérience la meilleure option avec le laser WaveLight® EX500. Des zones optiques plus petites entraînent un risque de halos nocturnes beaucoup plus important, source d'insatisfaction parfois majeure. Les phénomènes de régression épithéliale sont également plus fréquents et importants en cas de zone optique plus faible. **Les profils d'ablation du laser Excimer Alcon WaveLight® sont toujours asphériques. Une compensation de la perte d'énergie liée à l'inclinaison du faisceau laser dans la périphérie du traitement est effectuée par des spots additionnels.** Des exemples de traitements asphériques myopiques obtenus avec le laser WaveLight® sont montrés sur la figure 3. Il apparaît que ce type de traitement permet de respecter une cornée prolata pour la correction d'une amétropie faible, mais qu'une cornée postopératoire oblate est malgré tout habituellement constatée en cas de forte amétropie. Ce type de traitement permet donc de diminuer les aberrations sphériques induites par la chirurgie par rapport à un profil

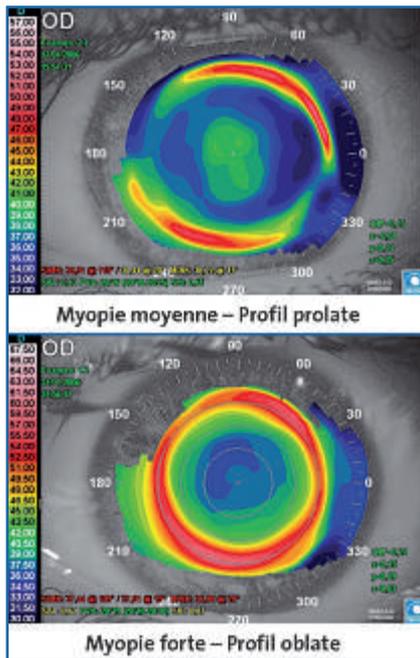


FIG. 3 : Aspects topographiques après femto-Lasik myopique utilisant le laser WaveLight® ALLEGRETTO et un profil d'ablation asphérique. Un profil de cornée prolate peut être obtenu en cas de correction de myopie faible (haut). Un profil oblate est malgré tout la règle en cas de correction d'une forte myopie (bas).

standard, mais ne permet pas de les supprimer en cas de forte amétropie. La profondeur d'ablation par dioptrie demeure proche de 12 μm pour une zone optique de 6 mm.

Dans le cadre des traitements des fortes hypermétropies, une zone optique large de 6,5 mm est fondamentale pour l'obtention de bons résultats. Une étude conduite à la Fondation Rothschild en 2004 avec le laser Nidek EC5000 l'avait clairement démontré. Deux groupes de patients traités avec le même laser mais avec une zone optique de 5,5 mm versus 6,5 mm ont été comparés. Le bénéfice apparaît clairement même pour des corrections inférieures à 5 D. Il devient encore plus évident pour les fortes hypermétropies. En cas d'équivalent sphérique supérieur ou égal à 5 D, seulement 37,5 % des yeux étaient à ± 1 D de l'emmétropie, et 40 % avaient 0,8 ou plus d'acuité visuelle sans correc-

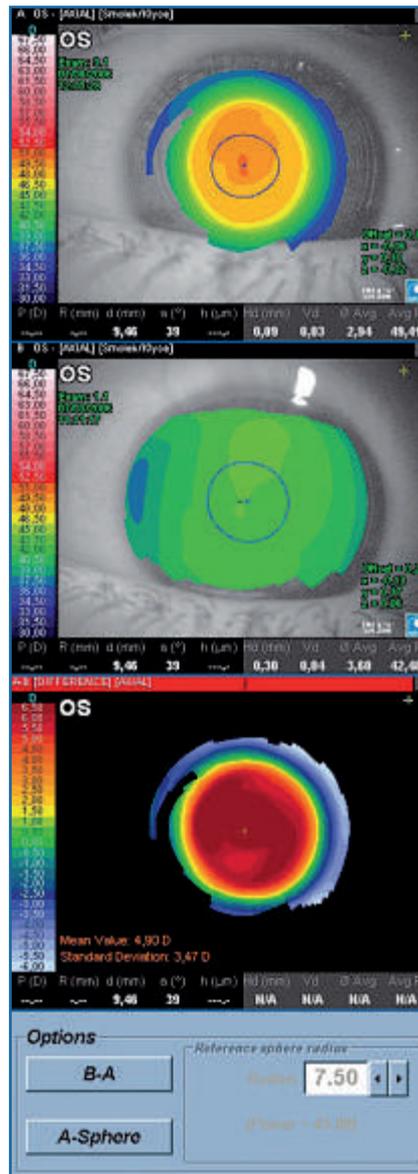


FIG. 4 : Topographie cornéenne préopératoire, postopératoire et carte différentielle pour un traitement d'une hypermétropie de 6 D. La topographie postopératoire et la carte différentielle montrent une uniformité de puissance au sein de la zone optique, qui est très large.

tion lorsqu'une zone optique de 5,5 mm était utilisée. En revanche, 72,5 % des yeux étaient à ± 1 D de l'emmétropie et 64 % avaient 0,8 ou plus d'acuité visuelle sans correction lorsqu'une zone optique de 6,5 mm était utilisée. Avec le même laser, un élargissement de la zone optique permet donc de

considérablement améliorer les résultats réfractifs et fonctionnels. Les **traitements asphériques** proposés sur le laser Alcon EX500 permettent d'élargir la zone optique efficace mesurée sur la topographie cornéenne. On peut noter l'aspect en plateau de la zone optique, témoignant de la très faible variation de puissance dioptrique en son sein (**fig. 4**).

La fréquence très élevée du laser EX500 (500 Hz, c'est-à-dire 500 tirs par seconde) permet de réduire de manière considérable les temps de traitement. Cela contribue certainement à améliorer **la qualité des résultats postopératoires, notamment dans les cas de fortes amétropies**. En effet, la fixation du patient est plus aisée et l'hydratation stromale est peu modifiée au cours du traitement.

[Forte amétropie et Eye tracker

La délivrance du profil d'ablation parfaitement au bon endroit sur la cornée est indispensable pour limiter le risque d'amétropie résiduelle, notamment cylindrique, et pour une bonne qualité de vision postopératoire (limitation des aberrations optiques de hauts degrés asymétriques, notamment du troisième ordre).

Un Eye tracker performant est pour cela nécessaire. La dernière version de la plateforme Alcon WaveLight® permet d'effectuer un repérage du centre géométrique de la pupille ou du centre optique grâce à la capture d'une image topographique à l'aide du Topolyzer™ (**fig. 5**). Le chirurgien peut ainsi choisir de manière précise l'axe sur lequel il souhaite effectuer le traitement. Cela est en pratique utile pour le traitement des forts hypermétropes ou astigmatas qui ont parfois un angle Kappa important. Dans ce cas, il est préférable de baser le traitement sur le centre optique. Les autres Eye trackers sont capables actuellement de repérer uniquement le centre géométrique de la pupille.

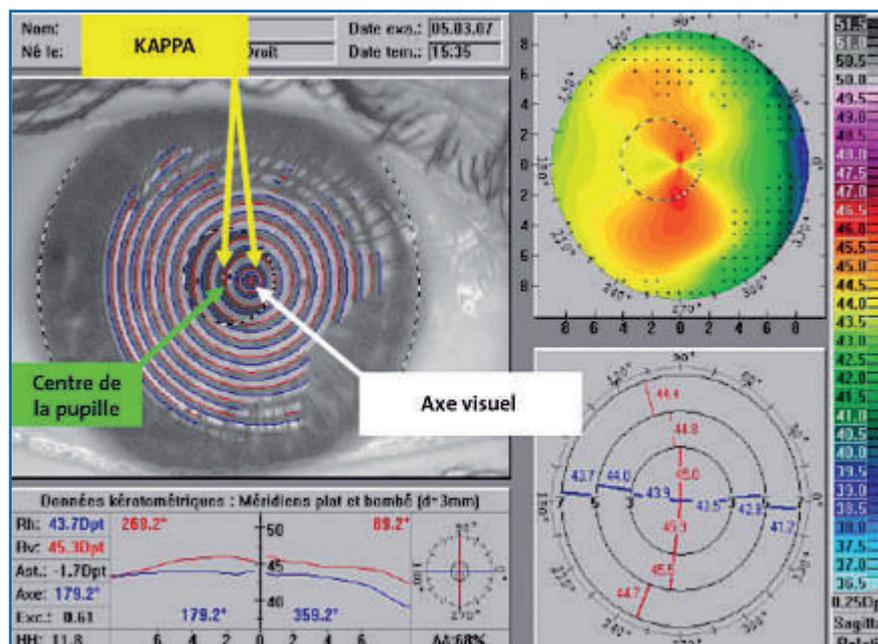


FIG. 5 : L'axe optique est souvent décalé en nasal du centre de la pupille chez les hypermétropes. L'angle Kappa peut être pris en compte pour le traitement des forts hypermétropes, en utilisant la dernière version du logiciel de la plateforme Wavelight® (AQUA).

La capture de l'image topographique permet également de compenser les mouvements de cyclotorsion, ce qui n'était pas le cas auparavant sur cette plateforme. Le bénéfice attendu est bien évidemment pour la correction des forts astigmatés.

Conclusion

Le Lasik tout laser est une technique de choix pour la correction des fortes amétropies. L'emploi d'une plateforme de

dernière génération est indispensable. Le laser femtoseconde Alcon FS200 permet de réaliser des capots de grands diamètres quand cela est nécessaire. Il garantit également une grande prédictibilité de la profondeur de découpe grâce à une mesure systématique préopératoire de la hauteur de chaque cône d'aplanation.

Les profils d'ablation asphériques et la grande vitesse de traitement du laser Excimer EX500 permettent d'obtenir une précision réfractive et une qualité

de vision postopératoire meilleure qu'auparavant.

La plus grande prudence s'impose néanmoins, car c'est dans ce type d'indication que les risques de complications fonctionnelles et mécaniques demeurent les plus grands. Une information très éclairée sur les risques et effets secondaires est capitale.

Des études seront nécessaires pour démontrer le bénéfice sur la stabilité à long terme dans ce type d'indication, point controversé dans des articles analysant des traitements effectués avec des plateformes anciennes [2-4].

Bibliographie

1. ANG RE, CHAN WK, WEE TL *et al.* Efficacy of an aspheric treatment algorithm in decreasing induced spherical aberration after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*, 2009; 35 : 1 348-1 357.
2. LIU Z, LI Y, CHENG Z *et al.* Seven-year follow-up of Lasik for moderate to severe myopia. *J Refract Surg*, 2008; 24 : 935-940.
3. ZALENTEIN WN, TERVO TM, HOLOPAINEN JM. Seven-year follow-up of Lasik for myopia. *J Refract Surg*, 2009; 25 : 312-318.
4. KERIZIAN GM, MOORE CR, STONECIPHER KG. Four-year postoperative results of the US ALLEGRETTO WAVE clinical trial for the treatment of hyperopia. *J Refract Surg*, 2008; 24 : S431-8

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



Apport de l'aberrométrie dynamique dans la compensation chirurgicale de la presbytie

→ J. LETSCH¹, F. MALECAZE²

¹ Service d'Ophthalmologie, Nouvel Hôpital Civil, STRASBOURG.

² Service d'Ophthalmologie, Hôpital Purpan, TOULOUSE.

La compensation chirurgicale de la presbytie suscite toujours un vif intérêt afin de satisfaire des patients de plus en plus demandeurs. Plusieurs concepts de PresbyLasik ont été proposés, mais la tendance actuelle est représentée par le PresbyLasik asphérique central. Cette technique repose sur l'induction d'une hyperprolaticité cornéenne centrale associée à une monovision sur l'œil dominé, l'œil dominant étant emmétrisé par un profil conventionnel.

L'asphéricité cornéenne est définie par le facteur Q, qui est modulable sur certaines plateformes laser. L'induction d'une asphéricité va entraîner l'apparition d'aberrations sphériques négatives qui vont augmenter la profondeur de champ. Le laser WaveLight® EX500 (Alcon) permet de programmer le facteur Q postopératoire afin d'augmenter la prolaticité cornéenne et donc la profondeur de champ du patient. La variation du facteur Q (ΔQ) communément utilisée est égale à 1 (fig. 1).

Cependant, les aberrations sphériques induites peuvent dégrader la qualité de vision en vision de loin, du fait d'un étalement de la PSF (Point Spread Function ou Fonction d'Étalement du Point). Afin de mieux étudier la pseudo-accommodation induite après modulation de l'as-

phéricité cornéenne, nous avons réalisé une étude incluant 30 patients de plus de 55 ans ayant bénéficié d'une photoablation par un profil conventionnel sur l'œil dominant, et d'une photoablation par un profil asphérique sur l'œil dominé. L'acuité visuelle et l'addition nécessaire pour la lecture à Parinaud 2 ont été comparées pour chaque patient. Cette étude montre que l'induction d'une asphéricité cornéenne induit l'équivalent d'une myopisation de -0,50 D. Néanmoins, la modulation de l'asphéricité cornéenne

a une efficacité variable, permettant une amélioration de l'acuité visuelle de près uniquement pour certains patients.

La question non résolue est de trouver la valeur optimale d'aberration sphérique à induire. Un équilibre subtil entre effets bénéfiques (amélioration de la profondeur de champ) et effets néfastes (dégradation de la qualité de vision) de l'asphéricité cornéenne doit être trouvé. Une telle valeur est difficile à définir dans la mesure où elle dépend de facteurs

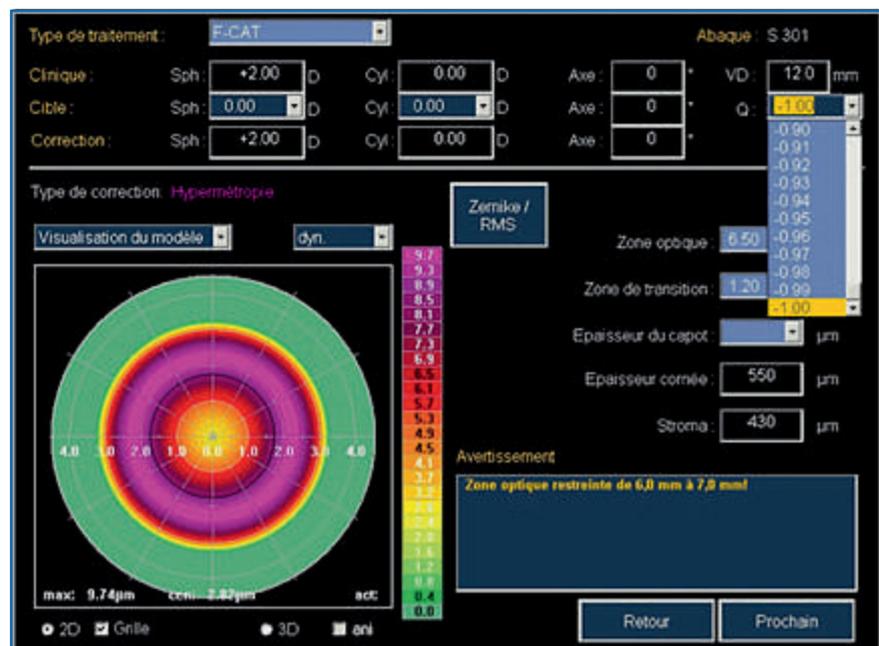


FIG. 1: Modulation de l'asphéricité cornéenne sur le programme F-CAT du laser WaveLight® (Alcon). Le facteur Q postopératoire peut être programmé jusqu'à -1.

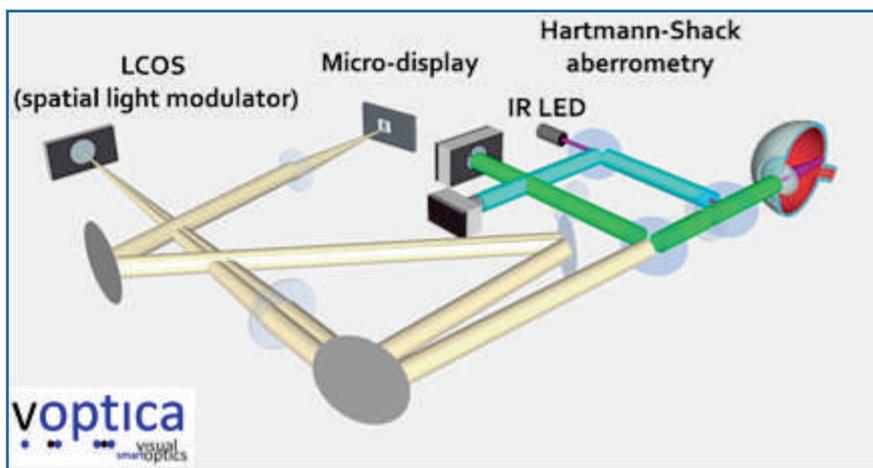


FIG. 2 : Aberrométrie dynamique par optique adaptative.

propres à chaque patient : kératométrie, diamètre pupillaire photopique et scotopique, amplitude du myosis accommodatif, neuro-adaptation... Ainsi, la valeur d'aberration sphérique à induire doit être personnalisée pour chaque patient.

Pablo Artal a développé un aberromètre dynamique permettant de mesurer le taux d'aberrations optiques du patient (aberrométrie classique de type Hartmann-Shack) et d'évaluer en temps réel l'effet de la modulation de l'aberration sphérique sur l'acuité visuelle de loin et de près (aberrométrie dynamique) (fig. 2). Un simulateur de qualité de vision propose aussi d'apprécier l'effet néfaste de l'aberration sphérique induite sur la qualité de vision. L'objectif est d'augmenter

la profondeur de champ et d'améliorer l'acuité visuelle de près sans dégrader la qualité de vision, de façon personnalisée.

L'aberration sphérique optimale à induire pour chaque patient est celle qui ne dégrade pas la qualité de vision, mais qui, du fait d'une augmentation de la profondeur de champ, améliore l'acuité visuelle de près (fig. 3). Mais, chez certains patients, aucune valeur ne peut être définie, l'induction d'aberration sphérique négative n'améliorant pas l'acuité visuelle de près et/ou dégradant rapidement la qualité de vision.

L'aberrométrie dynamique permet ainsi de mieux poser l'indication d'un profil asphérique, car elle permet de définir



FIG. 3 : Détermination de l'aberration sphérique optimale à induire.

quels patients peuvent bénéficier de l'induction d'aberration sphérique afin d'augmenter leur profondeur de champ et, le cas échéant, le degré d'aberration à induire. L'objectif est d'induire un profil asphérique personnalisé afin d'améliorer l'acuité visuelle de près.

Le laser WaveLight® EX500 (Alcon) est doté d'un programme F-CAT permettant de doser l'hyperprolaticité via la modulation du facteur Q. Associé aux résultats de l'aberrométrie dynamique, ce programme permet ainsi d'induire l'asphéricité postopératoire optimale, propre à chaque patient. L'œil dominant sera traité par un profil conventionnel (Wavefront Optimized™) en visant l'emmétropie, alors que l'œil dominé sera traité en utilisant le programme F-CAT, de manière à programmer le facteur Q postopératoire selon le degré d'aberration sphérique à induire. Une compensation de la sous-correction liée à la modulation du facteur Q doit être réalisée dans le même temps, en plus d'une éventuelle addition (monovision).

L'induction d'une asphéricité cornéenne personnalisée, associée à une monovision, à une saturation de l'hypermétropie et au recrutement de l'accommodation résiduelle, permet ainsi d'engendrer une diminution de la dépendance aux lunettes tout en préservant la qualité de vision pour la majorité des patients. L'utilisation de l'optique adaptative dans la modulation de l'asphéricité permet de quantifier de façon personnalisée le degré d'aberrations sphériques à induire et constitue une technologie prometteuse pour optimiser la prise en charge des patients presbytes. Cependant, des études complémentaires sont nécessaires afin d'évaluer l'impact clinique de la personnalisation de l'asphéricité cornéenne, issue des données de l'aberrométrie dynamique, sur la profondeur de champ et sur la qualité de vision.

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

Traitement de la presbytie : interview d'experts



C. ALBOU-GANEM
Clinique de la Vision,
PARIS.

Le laser WaveLight® permet de réaliser, en traitement standard, des profils d'ablation qui respectent la prolativité de la cornée en effectuant des traitements asphériques : ainsi, une cornée opérée d'hypermétropie ne sera pas trop hyperprolate et une cornée opérée de myopie ne sera pas oblate. L'autre particularité de ce laser concerne la possibilité d'agir sur des zones optiques larges, ce qui rend les traitements moins dépendants du centrage.

Pour la chirurgie de la presbytie qui nous occupe ici, ce maintien de la prolativité cornéenne physiologique est, à l'inverse, un désavantage, la profondeur de champ nécessaire à l'amélioration de la vision de près imposant une hyperprolativité. Il

est donc indispensable d'induire volontairement cette hyperprolativité, ce que nous permet de faire avec une grande souplesse le laser WaveLight®.

Ainsi, les traitements de la presbytie avec le laser WaveLight® sont basés sur cette gestion de la prolativité, et donc de l'asphéricité, avec son corollaire : l'aberration sphérique induite.

Ma technique de correction de la presbytie avec le logiciel F-CAT

Le logiciel F-CAT du WaveLight® permet une modulation du facteur Q au 1/10^e près. Il est donc possible de modifier la prolativité cornéenne, donc l'aberration sphérique, de façon variable et précise. Cette variation permet d'augmenter la profondeur de champ et par conséquent de corriger la presbytie.

Ma technique consiste à modifier le facteur Q par monovision avancée et compensation du *shift* réfractif :

Cette solution consiste à programmer la réfraction en mode Wavefront asphérique sur l'œil dominant pour corriger la vision de loin et à programmer, sur l'œil dominé, une augmentation différentielle de l'asphéricité variant de Q -0.6 à Q -1, en fonction de l'amétropie de départ, et en sachant que la correction d'une hypermétropie rendra la cornée d'autant plus prolate que la correction sera élevée. Mon choix est de viser une augmentation de prolativité de -1 pour un traitement myopique, emmétropique ou faiblement hypermétropique (inférieur à +2). Pour des hypermétropies entre +2 et +4, je préfère viser une augmentation de prolativité de -0.8 et, pour des hypermétropies supérieures à +4, une augmentation de prolativité de -0.6.

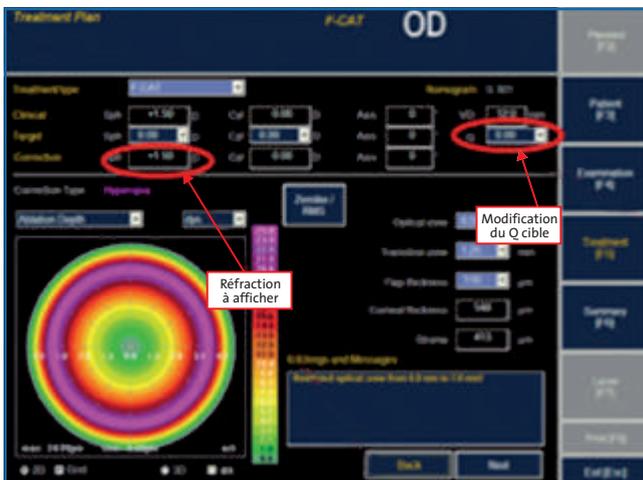


FIG. 1 : Réfraction programmée avant modification du facteur Q avec une excentricité de départ à 0.

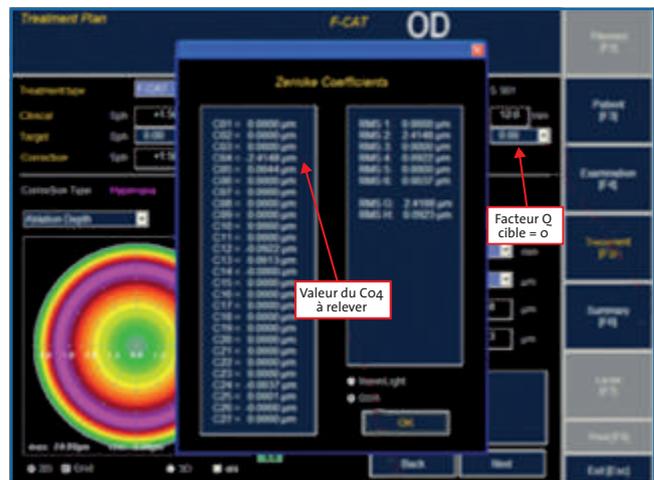


FIG. 2 : Décomposition de la photoablation en coefficients de Zernicke avec facteur Q = 0.



FIG. 3 : Programmation de la modification du facteur Q. Ici Q cible = -1, ce qui induit une modification de la photoablation dans sa partie sphérique.

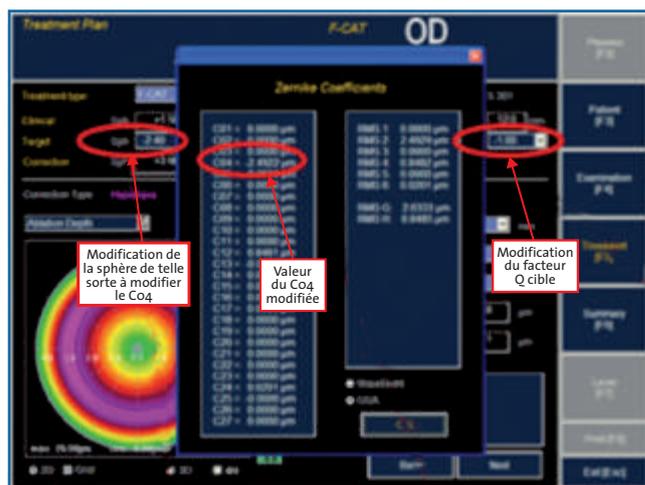


FIG 4 : Ajustement de la réfraction cible pour obtenir un Co4 constant malgré le changement du facteur Q.

Cette modification de l'asphéricité induit une modification de la forme de la photoablation et de la réfraction induite appelé shift réfractif qu'il faut compenser. Cette compensation du *shift* réfractif a pour but d'obtenir la même précision réfractive qu'un traitement standard. Elle consiste à analyser la forme de la photoablation en la décomposant en coefficients de Zernicke avec un réajustement de la cible réfractive pour maintenir une valeur de correction sphérique de la photoablation (coefficient CO4) constante après variation du facteur Q (fig. 1 à 4) en visant une cible réfractive légèrement myopique du fait de la régression des traitements hyperprolatisants.

Ses principaux avantages

La chirurgie de la presbytie au laser Excimer en monovision procure une pseudo-accommodation binoculaire par une correction différente au niveau des deux yeux. L'œil dominant est généralement dévolu à la vision de loin et l'œil dominé à la vision de près, mais la monovision croisée avec l'œil dominant pour la vision de près peut aussi donner de très bons résultats.

Idéalement, le patient opéré en monovision doit être capable de voir confortablement à toutes les distances. La profondeur de champ binoculaire doit être continue et égale à la sommation des profondeurs de champ de chaque œil, sans interférence de l'image vue floue. C'est le but des différents logiciels récents de photoablation en monovision : modifier l'asphéricité de la cornée sur un ou les deux yeux pour réduire la surcorrection de l'œil dominé, améliorer la vision binoculaire et accélérer la neuroadaptation. C'est ce que certains appellent la "micro-monovision". Ces logiciels ont un concept qui s'oppose à ceux basés sur le principe de la multifocalité, même si les traitements asphériques induisent un certain degré de multifocalité.

La monovision a pour avantage la **sécurité sur le maintien de la qualité de la vision, l'efficacité pour la correction visée, la simplicité de la réalisation et du réajustement réfractif** en cas de nécessité. Une neuroadaptation est nécessaire Cette neuroadaptation est d'autant plus rapide et aisée que l'anisométrie induite est faible – mais une différence de 1.5 à 2 dioptries est facilement tolérée –, qu'il n'existe pas d'astigmatisme associé, que l'âge des patients se situe entre 48 et 55 ans et que la dominance oculaire

est peu marquée. Elle est en moyenne de 2 ou 3 semaines. Enfin, il est essentiel que la correction réfractive de chaque œil soit d'une précision absolue.

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



L. GAUTHIER-FOURNET
Cabinet d'Ophthalmologie,
ST-JEAN-DE-LUZ.

La compensation de la presbytie s'adresse à des patients de plus de 45 ans, le plus souvent porteurs d'une petite hypermétropie. Cette hypermétropie majeure les effets de la presbytie et les patients sont incapables, à de rares exceptions près (porteurs de lentilles monofocales), de faire la différence entre ces deux défauts optiques qui ne sont que les deux faces de la baisse d'accommodation.

Les principes fondamentaux de tout PresbyLasik

>>> **L'asphéricité** : durant les dernières années, les fabricants de lasers

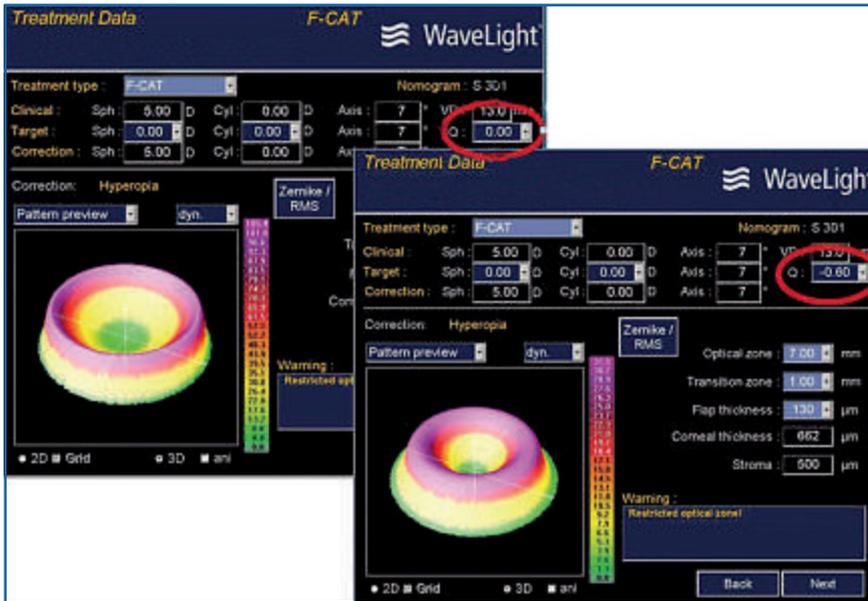


FIG 1.

ont rivalisé d'ingéniosité technique et commerciale pour nous proposer des profils de photoablation hyperprolate afin d'augmenter la profondeur de champ de l'optique cornéenne. Rapidement, on s'est aperçu que si cette approche était extrêmement sécuritaire (peu d'effets secondaires, même nocturnes, et pas de baisse d'acuité visuelle), il ne fallait pas en attendre une profondeur de champ du même ordre qu'avec les implants multifocaux. L'ALLEGRETTO®, par le biais du logiciel F-CAT, permet de moduler à souhait et dans des conditions de sécurité optimale cette asphéricité. Le chirurgien devra malgré tout compenser un *shift* réfractif lié à la modification de l'asphéricité (fig. 1).

>>> La monovision a été réintroduite pour pallier les limitations des cornées hyperasphériques. Cette monovision a été longtemps décrite chez l'hypermetrope car elle avait la réputation d'être mal tolérée. On s'est aperçu qu'elle était en fait bien acceptée et très efficace si on se limitait à une monovision inférieure à 1 dioptrie, contrairement au cas du

myope où l'on peut monter facilement jusqu'à 1.5 dioptrie.

>>> La saturation de l'hypermétropie de l'œil dominant est fondamentale même si cette hypermétropie est de faible importance (traitement des +0.75 à partir de 55 ans). Il faudra prévenir un patient de moins de 50 ans de l'hypermétropisation naturelle progressive attestée par des

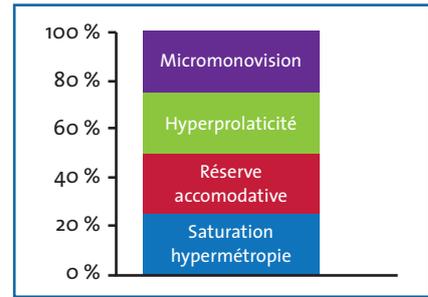


FIG 2: Addition des 4 compartiments.

cycloplégies répétées entre 45 et 60 ans. Cette saturation de l'hypermétropie sur l'œil dominant exige une précision réfractive majeure liée à une technologie avancée disponible sur l'ALLEGRETTO® en raison de la qualité de son système de délivrance, de contrôle et des transmissions de l'énergie laser.

>>> Le recrutement de l'accommodation résiduelle est une notion récente et indiscutable permettant d'obtenir des résultats surprenants chez les patients dont l'âge ne laissait pas supposer un tel pouvoir accommodatif.

On le voit, le PresbyLasik peut être considéré comme l'addition de ces quatre compartiments. L'ALLEGRETTO® est particulièrement bien placé pour le contrôle de toutes ces contraintes (fig. 2).

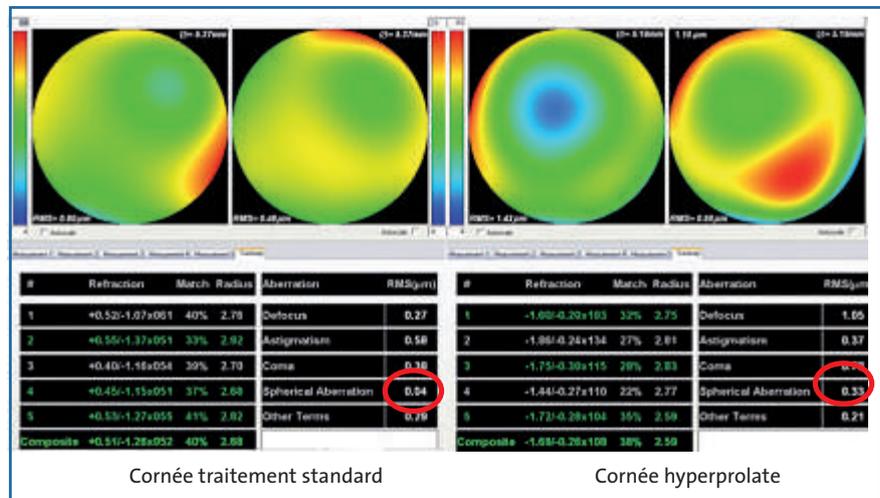


FIG 3: Comparaison Wavefront cornée standard versus hyperprolate.

Ma technique

>>> Œil dominant

Défini comme l'œil supportant le moins bien une surcorrection de 1 dioptrie en vision binoculaire, il est emmétropisé strictement. L'asphéricité n'est pas modifiée car ces variations engendrent une baisse de la précision réfractive très préjudiciable sur un œil devant être parfait de loin.

>>> Œil dominé

Si l'hypermétropie de base est supérieure à 1.5 dioptrie, une monovision simple sans modification de l'asphéricité est suffisante en raison du caractère hyperprolate naturel du traitement hypermétropique. Si l'hypermétropie est inférieure à 1 dioptrie, une monovision avec modification de l'asphéricité, grâce au logiciel F-CAT, est possible. On peut également se contenter d'une monovision simple qui, grâce à une précision réfractive optimale, limite les compléments de photoablation (fig. 3).

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



F. HEHN
Centre de la Vision,
NANCY.

Le centre de la vision de Nancy développe depuis 5 ans le concept d'isovision qui s'oppose à celui de la monovision. Cette nouvelle approche est la seule aujourd'hui qui permette d'atteindre un vrai 10/10 P2 en monoculaire, donc une vision plus naturelle et plus efficace à toutes les distances. Cet objectif a pu être atteint par l'étude mathématique des polynômes de Zernicke et des profils d'ablation.

En 2008, nous avons proposé le principe du C4 constant pour conserver l'emmétropie, dans le cadre d'un traitement en une étape F-CAT pour corriger la vision de loin (VL) et de près (VP). Puis il est apparu plus prédictible de traiter en 2 étapes : VL en traitement standard, puis VP en F-CAT. C'est le même raisonnement que celui effectué pour des lunettes : VL puis VP, sauf que l'addition n'est pas réfractive mais asphérique ! Enfin, nous avons intégré, en plus de la réfraction et de la kératométrie, l'âge, le Q initial, l'hypermétropie latente, la pupille dynamique et la longueur axiale, permettant d'atteindre une très grande reproductibilité et prédictibilité. En effet, il est fondamental d'obtenir une excellente prédictibilité à la fois sur l'emmétropie pour la VL et, par une maîtrise de l'asphéricité Q réellement créée sur la cornée, pour une excellente VP. En effet, si le Q n'est pas assez négatif, le patient ne pourra pas lire de près ; à l'inverse, si le Q est trop négatif, au-delà de -1.50, il risque d'y avoir des pertes de lignes de près et de loin.

Le traitement est de type centré, sur une large zone optique ZO. On traite les deux yeux le même jour et de la même manière, sans aucune bascule, ni micro-monovision. On fait donc fi de la dominance oculaire, qu'elle soit motrice ou sensorielle. Le traitement est donc aisé et simple.

La vision de loin est obtenue réfractivement, lors d'un traitement standard, sur une ZO de 6,5 mm, et est donnée par la kératométrie centrale moyenne, c'est-à-dire le polynôme d'ordre deux Z (2, 0), appelé 1^{er} défocus. Les visions de près et intermédiaire sont obtenues par augmentation de la profondeur de champ due à la création d'une quantité contrôlée d'aberrations sphériques (AS) négatives (entre -0.25 et -0,50 μ m RMS), elles-mêmes issues de la création d'une hyperprolaticité (Q < 0) par le traitement F-CAT, là aussi sur une grande ZO de 6,5 mm. La vision de près est donc obtenue par modification de l'asphéricité Q,

elle correspond au polynôme de degré quatre Z (4, 0), appelé 2^e défocus.

Ces deux polynômes symétriques peuvent être dissociés l'un de l'autre et agir en synergie, sans aucun antagonisme de la VL sur la VP et réciproquement. Il s'ensuit donc que la correction de loin, comme de près, pourra être totale sans compromis, avec très peu de perte de contrastes. On pourra donc aussi, par ce moyen, compenser la presbytie future par anticipation. En effet, pour une même réfraction, on pourra cibler un Q plus négatif pour compenser une presbytie à venir (exemple patient traité à 50 ans...), sans que cela ne gêne la vision de loin du patient, puisqu'on ne crée aucune myopie. Cette stratégie permet une pérennité de l'intervention sur une dizaine d'années au moins, quel que soit l'âge du patient. Cette technique est appelée Advanced Iovision, Advanced se référant à l'utilisation de l'asphéricité pour corriger la vision de près.

A Nancy, en 2012, nous avons traité au 1^{er} trimestre 50 patients (-6.50 à +4.50. et 41 à 72 ans). Tous lisent de près sans correction quelques minutes après l'intervention, l'acuité visuelle de loin est récupérée entre J2 et J7. Il n'est donc pas nécessaire de prévoir des congés après le traitement dans la plupart des cas. Le traitement n'est pas contre-indiqué en cas de conduite de nuit car les AS négatives ne dégradent pas, voire même améliorent la vision nocturne, du fait du gommage par le traitement des AS positives.

En conclusion, les principaux avantages de Advanced Iovision sont : pas de monovision, pas de dominance oculaire, synergie binoculaire à toutes les distances, durabilité du traitement, traitement simple et rapide, accessible aux patients de 40 à 75 ans. A ce jour, plus de 1000 patients ont été traités à Nancy et au Chili. Des études cliniques multicentriques sont nécessaires pour confirmer cliniquement la prédictibilité,

la reproductibilité et la pérennité de ces résultats préliminaires.

L'auteur a déclaré être actionnaire de la société qui vend en ligne des plans opératoires utilisant le logiciel Advanced Isovision.



Y. BOKOBZA
Clinique Lamartine, PARIS.

La chirurgie de la presbytie est le principal challenge chirurgical du XXI^e siècle. Signe indésirable et ostentatoire de vieillissement, la presbytie atteint chaque année en France 700 000 patients supplémentaires. Les candidats à l'intervention se font de plus en plus nombreux, non seulement du fait de l'augmentation constante du nombre de seniors, mais aussi de l'importance que revêt aujourd'hui la qualité de vie et le souhait de plus en plus exprimé d'indépendance vis-à-vis des lunettes.

La liste des techniques disponibles s'enrichit constamment, mais aucune n'est parfaite. Il s'agira le plus souvent d'accepter un compromis pour compenser la perte d'accommodation et non la restaurer, avec souvent une certaine réduction de l'acuité visuelle de loin. La sélection et l'information des patients sont donc cruciales et les attentes doivent être réalistes.

Le laser WaveLight® ALLEGRETTO® permet de réaliser de façon standard des traitements asphériques avec de grandes zones optiques. Il permet aussi, grâce à son programme F-CAT, de gérer cette asphéricité cornéenne (facteur Q) et de rendre la cornée hyperprolate, avec création d'aberrations sphériques négatives et une certaine profondeur de champ.

L'asphéricité cornéenne et la modification du facteur Q

La cornée est physiologiquement le plus souvent prolate (Q: -0.2) (fig. 1)

et les traitements réfractifs modernes au laser Excimer visent à respecter ou à augmenter cette asphéricité pour permettre une meilleure convergence des rayons centraux et périphériques, afin d'améliorer la vision de près sans trop altérer la vision de loin (fig. 2).

La création d'une quantité suffisante d'aberrations sphériques négatives augmente la profondeur de champ et permet la vision de près. La modification

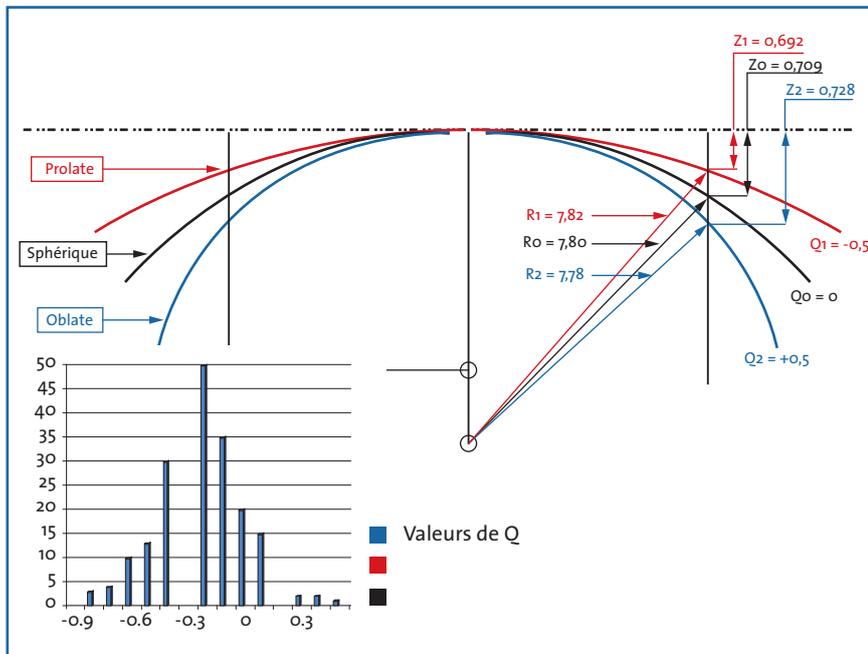


FIG. 1: Distribution physiologique du facteur Q. La cornée est physiologiquement le plus souvent prolate (Q: -0.2). Les traitements réfractifs standards tendent à la rendre oblate.

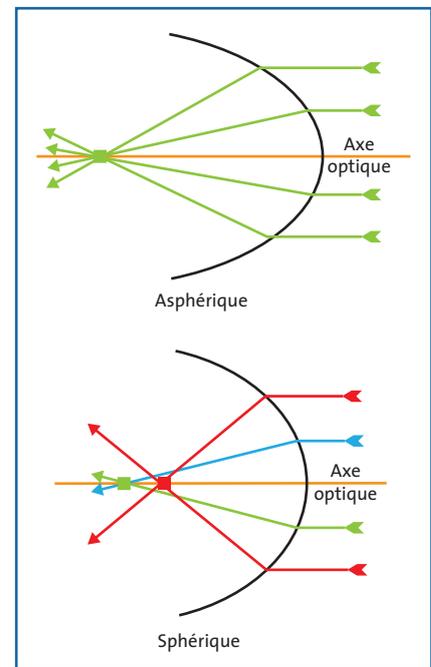


FIG. 2: Intérêt de respecter ou d'augmenter cette asphéricité: meilleure convergence des rayons centraux et périphériques: améliorer la vision de près sans trop altérer la vision de loin.



FIG. 3.

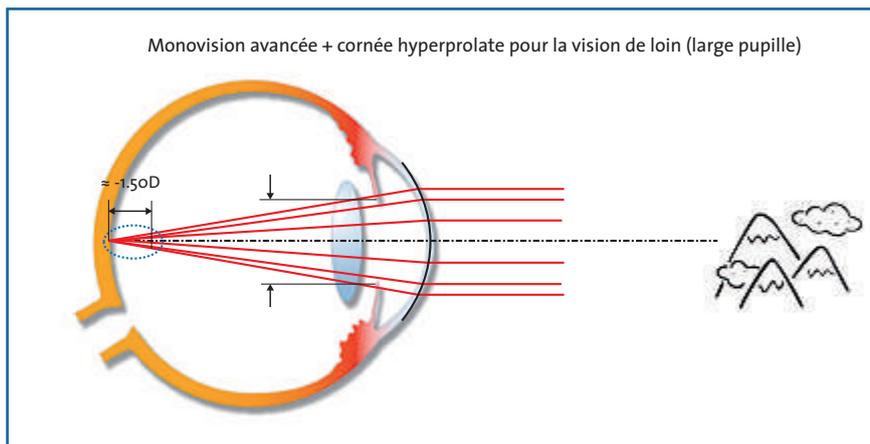


FIG. 4 : La combinaison d'une monovision (rayons centraux focalisés en avant de la rétine) et d'une hyperprolaticité de la cornée (rayons périphériques focalisés en arrière des rayons centraux) crée une plus grande profondeur de champ.

du facteur Q grâce au programme F-CAT du laser WaveLight® ALLEGRETTO® permet d'induire une augmentation de l'aberration sphérique négative et de rendre la cornée hyperprolatic avec une compensation efficace de la presbytie (fig. 3). C'est sur ce principe qu'est basée la monovision avancée (fig. 4).

Objectifs de la monovision avancée

Il s'agit de trouver le meilleur compromis entre la vision de loin et la vision de près. L'essentiel est d'assurer une bonne vision de loin, dès les premiers jours postopératoires, pour une reprise normale et rapide des activités, tout en permettant une autonomie satisfaisante en vision de près supprimant ou réduisant la dépendance aux lunettes. Cette technique doit être reproductible d'un patient à l'autre et autoriser une retouche facile et prédictible si nécessaire. Il faut prévenir le patient qu'il sera sans correction pour la plupart des actes de la vie courante, tant en vision de loin qu'en vision de près, mais qu'il pourra recourir à une correction pour la conduite nocturne ou pour la lecture de fins caractères dans des conditions de faible luminance.

Protocole personnel

Les patients sont âgés de plus de 45 ans et nécessitent une addition de +1 dioptrie ou plus en vision de près. Ils sont le plus souvent hypermétropes. L'œil dominant sera corrigé totalement en vision de loin, sans modification de l'asphéricité préopératoire pour assurer une meilleure prédictibilité et une bonne vision de loin dès le premier jour postopératoire. L'œil dominé sera traité avec une modification du facteur Q pour créer une hyperprolaticité avec une correction visée légèrement myopisante, fonction de l'addition.

La recherche de la dominance oculaire est essentielle, l'œil directeur n'étant pas toujours l'œil fixateur. La mesure de la réfraction doit être soigneuse et doit se baser plus sur la réfraction subjective que sur la mesure sous mydriatiques pour éviter une surcorrection délétère pour la vision de loin. Il faut opérer l'œil directeur, même si l'amétropie est faible, si l'acuité visuelle sans correction est inférieure à 8/10°. Pour l'œil dominé, il faut utiliser le programme F-CAT, avec modification du facteur Q en visant Q -0.8 pour créer une hyperprolaticité, tout en tenant compte de l'effet sous correcteur induit (shift réfractif) et en

- 63 ans, OG directeur, K 45
- Préop: OD +1.25 (+0.5 à 115°) add +2.5
OG +1 (+0.5 75°) add +2.5
- Protocole: OD +3.75 (+0.5 115°) Q-0.8
(+1.25) + (+1.50) + (+1)
OG +1 (+0.5 75°) standard
- Postop à 3 mois: OD 4/10 f sc P2 avec ES -1.25D
- OG 10/10 sc
- En vision binoculaire 10/10 P2 sans correction dès J1

FIG. 5 : Monovision avancée.

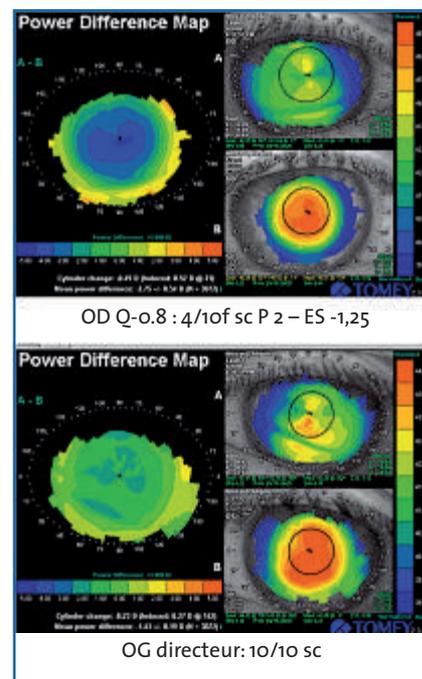


FIG. 6 : Monovision avancée.

introduisant une petite dose de micro-monovision. Ainsi, par exemple pour un hypermétrope de 50 ans de +1 dioptrie aux deux yeux et une addition de 1.75 D, l'œil directeur sera traité de façon standard +1 D sur une zone de 6,5 mm. Pour l'œil dominé, il faut additionner la réfraction (+1 D), le facteur correctif lié à l'effet sous-correcteur de la modification du facteur Q (1.5 à 1.75 D), et la micro-monovision (0.75 à 1.25 D en fonction de l'âge et de la kératométrie), soit une programmation de 3.5 à 3.75 D avec Q-0.8 (fig. 5 et 6).

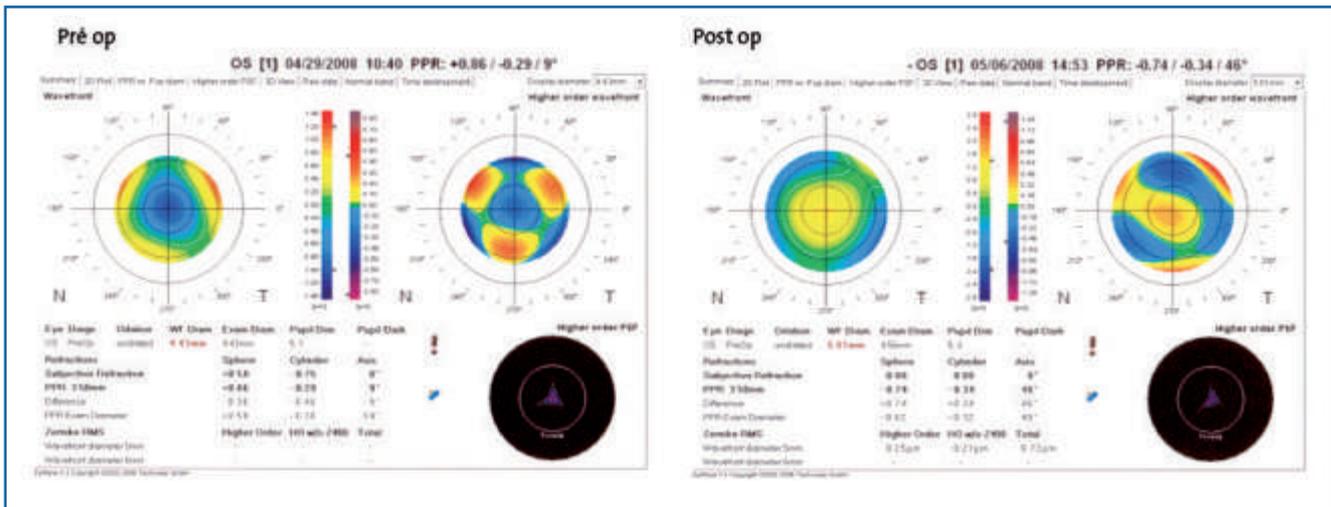


Fig. 7 : 48 ans, OD directeur 10/10 scOG : 9/10 sc 10/10 +0.25 (+0.25 90°). Programmation OG : Q-0.8 +2.75 (+0.25 90) Postop : 5/10 sc P2 ES postop : -1 D.

Chez l’emmétrope pur, il ne faut opérer qu’un œil, l’œil dominé avec modification du facteur Q selon le même principe (fig. 7).

Une autre méthode, dite du C4 constant, consiste à modifier la profondeur de photoablation après modification du facteur Q en réajustant la cible réfractive. Le laser WaveLight® ALLEGRETTO® est en effet un des seuls lasers Excimer à donner accès aux coefficients de Zernicke et permettre ainsi, à partir du C4 avec facteur Q à 0 qui donne l’emmétropie, de modifier la réfraction cible après modification du facteur Q pour garder le facteur C4 constant (fig. 8)



Fig. 8.

Résultats

Sur une série de 210 patients opérés selon ce protocole, en vision binoculaire de près, 93 % lisent P3 et 87 % P2 à 6 mois. 22 patients portent des lunettes additionnelles pour la lecture de fins caractères ou pour plus de confort. En vision binoculaire de loin, 88 % lisent 10/10^e sans correction, 97 % 8/10^e.

L’emmétropisation de l’œil directeur assure une bonne vision binoculaire immédiate. Dès J1, 88 % des patients lisent 10/10^e P2 avec un indice de satisfaction très élevé. L’œil dominé perturbe moins la vision de loin qu’en monovision pure et la période d’adaptation est plus rapide avec seulement 16 patients qui portent une correction pour la conduite nocturne. Il n’y a que 3 % de retouches dans cette série, soit pour réduire une myopisation excessive de l’œil dominé, soit pour renforcer une vision de près insuffisante. Les patients opérés à l’âge de 50 ans sont prévenus de l’épuisement de l’effet en vision de près avec le temps et de la possibilité de retouche tardive, le plus souvent sur un seul œil.

Conclusion

La monovision avancée avec le laser WaveLight® ALLEGRETTO® donne des résultats très satisfaisants dans le traitement de la presbytie. Il s’agit d’une méthode simple et reproductible, autorisant si nécessaire des retouches faciles. La récupération visuelle est très rapide tant en vision de loin qu’en vision de près, ce qui explique l’indice de satisfaction très élevé.

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



C. GHENASSIA
Centre laser New Vision,
NICE.

La technique PresbyCor est le fruit d’une expérience multiple qui a débuté par les hémis-ions inférieures en KR et évolué au travers des techniques laser centrées et décentrées, voire intrastromales.

Le traitement chirurgical cornéen de la presbytie reste aujourd’hui l’un des

principaux challenges de la chirurgie réfractive. Plusieurs plateformes, comme Visx, Bausch + Lomb, Nidek ou Zeiss proposent des techniques photoablatives toutes différentes les unes des autres, visant à diminuer la dépendance aux lunettes en vision de loin et de près, mais au détriment d'une diminution acceptable du contraste.

EX500 et facteur Q

La plate forme WaveLight® EX500, couplée au topographe Pentacam et Topolyzer™, semble offrir une voie prometteuse en termes de qualité visuelle postopératoire dans le traitement des amétropies et la compensation de la presbytie. Le logiciel F-CAT permet de moduler le facteur d'asphéricité de la cornée lors du traitement. Ces nouveaux profils d'ablation diffèrent des traitements classiques reposant sur le modèle paraxial de Munnerlyn. Cependant, la programmation d'une valeur d'asphéricité cible dans le logiciel implique la connaissance et la prise en compte du *shift* sous- ou surcorrecteur induit en fonction de l'amétropie, de la kératométrie et de l'asphéricité cornéenne postopératoire.

Rôle de l'asphéricité

C'est dans les années 1970 que Townsley puis Mandell *et al.* utilisent l'asphéricité et les sections coniques pour décrire la forme de la cornée. L'asphéricité est une variable géométrique qui permet de décrire la variation de la courbure d'une courbe. Une surface optique est dite sphérique quand elle n'épouse pas la forme d'une sphère. La cornée est naturellement asphérique, sa courbure diminue du centre vers la périphérie. Son asphéricité naturelle contribue à diminuer une partie de l'aberration sphérique positive qui, en excès, est délétère pour la qualité visuelle. Ainsi, l'image rétinienne formée par un œil emmétrope peut être dépourvue d'aber-

ration sphérique pour un faible diamètre pupillaire et augmenter de manière croissante en fonction de l'ouverture de la pupille, avec détérioration de la qualité de l'image par une diminution de la sensibilité aux contrastes et la perception de halos. De nombreuses publications ont été consacrées à la détermination de la valeur du facteur d'asphéricité de la face antérieure de la cornée, la valeur moyenne est $Q = -0.26$ ($Q < 1$). Cependant, il existe une variabilité interindividuelle, 80 % de la population présentant une cornée prolate ($Q < 1$) et 20 % une cornée dite oblate ($Q > 0$). L'asphéricité cornéenne évolue avec l'âge, devenant plus sphérique, ce qui explique le taux supérieur d'aberration sphérique positive retrouvé chez les sujets vieillissant.

Rôle de l'aberration sphérique

La qualité de l'image rétinienne dépend de la compensation des aberrations cornéennes et cristalliniennes. La valeur moyenne de l'aberration sphérique positive cornéenne rapportée par la littérature est de $0,23$ à $0,27 \mu$ et celle de l'aberration sphérique négative cristallinienne est $-0,18 \mu$.

Si l'asphéricité permet de diminuer l'incidence délétère de l'aberration sphérique positive de la cornée sur la PSF (*Point Spread Function* ou Fonction d'Étalement du Point), le cristallin, lors du phénomène accommodatif chez le patient jeune, induit une aberration sphérique négative qui permet la compensation partielle de l'aberration sphérique totale de l'œil. Le résiduel non compensé contribue avec le myosis à la profondeur de champ.

Chez le patient presbyte, la diminution du pouvoir accommodatif due à la moindre déformation de la face antéropostérieure du cristallin réduit le taux de l'aberration sphérique négative interne, et l'aplatissement de la cornée lié à l'âge modifie

l'asphéricité qui tend vers une sphère et augmente l'aberration sphérique positive. Cela implique la perte de la compensation entre l'aberration sphérique négative cristallinienne et l'aberration sphérique positive cornéenne. L'excès de l'aberration sphérique positive implique une perte irréversible de la dynamique de la modification de la puissance de courbure du cristallin. La réduction du diamètre pupillaire liée à l'âge ne compense que très peu ce déséquilibre.

Intérêt de la modification de l'asphéricité cornéenne pour la compensation de la presbytie

La vision est un processus cérébral, elle n'est pas seulement un phénomène optique. Le flou perçu n'est pas la conséquence directe d'une erreur réfractive. L'équilibre entre l'AS+ de la cornée et l'AS- du cristallin permet d'optimiser la qualité de l'image rétinienne; or la réponse accommodative dépend de la quantité de détails de l'objet observé. Chez le presbyte, modifier l'asphéricité cornéenne lors du traitement laser permet d'augmenter la proclivité de la cornée et de diminuer le taux de l'aberration sphérique positive de la cornée de manière à rétablir un équilibre avec l'aberration sphérique négative cristallinienne. Wang Li a montré dans son étude que si l'AS interne perd de sa négativité en fonction de l'âge, elle ne devient pas positive pour autant.

Le logiciel F-CAT permet de modifier le taux de l'aberration sphérique positive de la cornée en adéquation à celle du cristallin de signe opposé, aberrations qui sont calculées en préopératoire avec le topographe aberromètre Itracey Combo. A ce stade, on peut émettre l'hypothèse que l'amélioration de la qualité de l'image rétinienne peut favoriser la réponse accommodative et que l'accommodation résiduelle évaluée par Duane à 2 dioptries à 50 ans peut

favoriser la VP. L'addition de lunettes prescrite chez le patient de 50 ans est de +1,75 à 2 dioptries, proche de l'accommodation résiduelle qui peut être évaluée par l'OQAS (*Optical Quality Analyser System*) en préopératoire. Cette hypothèse peut être corrélée aux résultats obtenus de l'étude menée sur 75 patients qui mettent en évidence peu ou pas de myopisation à 12 mois postopératoires, avec des acuités entre 8 et 10/10 de loin et P 1.5/P 2 en vision de près. La qualité visuelle calculée par l'OQAS donne une MTF entre 0.80 et 1.0, dépendante bien évidemment de la qualité des milieux transparents. Le suivi des patients montre également une amélioration significative de la vision de près et une accommodation postopératoire d'environ 2 dioptries (OQAS).

Asphéricité et amétropie

La modification de l'asphéricité cornéenne lors d'un traitement laser induit cependant un *shift* sous-correcteur de la sphère chez l'hypermétrope et sur-correcteur chez le myope.

Si l'on compare un traitement hypermétrope standard de +1.00 dioptrie dont la profondeur d'ablation est de 13,6 µm sur une ZO de 6 mm avec le même traitement programmé avec une valeur cible de Q = -1.00, la profondeur d'ablation n'est plus que de 6,8 µm, soit un effet sous correcteur de 50 %. De même, pour une myopie de -1.00 en traitement standard sur une ZO de 6 mm qui correspond à 13,2 µm d'ablation et le même traitement avec Q = -1.00, la profondeur d'ablation augmente à 28,3 µm, induisant une surcorrection de 40 %.

La modification de l'asphéricité cornéenne avec le logiciel F-CAT WaveLight® est aussi dépendante de la géométrie cornéenne. Le profil d'ablation varie en fonction de la kératométrie, de l'asphéricité, de la sphère et du cylindre préopératoires. Le logiciel

PresbyCor que nous avons développé permet de prendre en compte toutes les données préopératoires pour une optimisation du calcul du traitement à visée emmétropique avec asphéricité cornéenne négative.

En conclusion, j'insisterai sur 3 points :

>>> Ce traitement est réalisé de manière bilatérale, sans différence de traitement de l'œil dominant/dominé. La vision simultanée qui est la base de la vision binoculaire assurant la fusion et la vision stéréoscopique est préservée. Cette technique offre une meilleure coopération entre les deux yeux et respecte la symétrie de travail. L'union binoculaire offre une vision de près plus confortable, la vision intermédiaire est favorisée par le résiduel AS + et le rétrécissement de la pupille lié à l'âge augmente la profondeur de champ.

>>> C'est une technique facile à mettre en œuvre et réversible, elle est exécutée en un seul traitement sur une zone optique de 6,5 mm. C'est une technique peu "aberrigène" car elle respecte l'aire paraxiale. Les reprises chirurgicales sont simples en cas de faible durabilité de la vision de près (3 %) et se font de manière bilatérale.

>>> Cette technique permet la réutilisation de l'accommodation résiduelle et permet une VP et une vision intermédiaire sans pénaliser la vision de loin.

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



P. BOUCHUT
Ophthalmologie Thiers
BORDEAUX.

Depuis quelques années, la chirurgie réfractive a évolué très nettement et le nombre de demandes sous-entendant

une prise en charge de la presbytie est devenu très significatif. Une analyse personnelle à partir de 300 cas consécutifs sur 6 mois de chirurgie réfractive, étude que j'avais réalisée l'an dernier pour une communication à la SAFIR, a permis d'objectiver plus de 40 % de demandes incluant la presbytie, et ce chiffre a encore augmenté depuis.

Les traitements de la presbytie sont "pluriels" et je préfère évoquer devant les patients le terme de "prise en charge" de la presbytie. Il est capital d'informer le patient et de replacer notre offre thérapeutique dans le cadre d'une prise en charge efficace mais qui nécessite une information claire, loyale et reproductible. En effet, nous sommes dans une démarche chirurgicale qui, si elle est effective, n'en reste pas moins une chirurgie de compromis. La transparence, assortie d'explications réalistes et positives, est particulièrement bien perçue par les patients qui sont en fait souvent un peu perdus dans l'offre multiple qu'ils peuvent consulter au travers des médias. Les patients sont souvent reconnaissants quand notre démarche les aide à clarifier leurs idées avant de prendre une décision chirurgicale très attendue. J'ai l'habitude de dire qu'il n'y a pas un traitement de la presbytie, mais en revanche tout un choix de techniques différentes qui peuvent apporter une réponse très satisfaisante à leur demande. L'attitude est positive et sous-entend l'implication conjointe du patient dans la détermination du principe chirurgical.

Il est aisé d'expliquer que la prise en charge d'une presbytie ne peut être la même chez une personne de 42 ans conduisant toute la journée, que celle d'une personne de 69 ans ayant une vie plus sédentaire et axée sur la lecture principalement. Tous les cas de figure sont, bien entendu, différents et intègrent la notion d'attente visuelle, mais aussi d'autres notions comme celles du degré de presbytie et de l'amétropie

éventuelle associée, de l'âge du patient, de ses activités quotidiennes, de la réalité anatomique oculaire et la capacité de compréhension du traitement qui sera proposé. La psychologie du patient est un facteur important à appréhender comme toujours en démarche réfractive. Le chirurgien doit aussi maîtriser ses techniques et connaître ses résultats.

Bien entendu, aucun type de chirurgie n'est imposé au patient. Cependant, si plusieurs techniques sont possibles, il ne faut pas hésiter à insister sur la proposition qui semble, au vu de la consultation, proposer le meilleur compromis en termes d'efficacité, d'attente, de confort et d'effets "secondaires". Le terme de compromis est toujours mis en exergue dans le discours. Autre point capital, ce discours doit être réaliste et reproductible si le patient sollicite une consultation complémentaire. Bien évidemment, il faut avoir d'emblée à l'esprit une trame synthétique de prise en charge que l'on adapte à chaque patient et que l'on puisse dérouler en toute confiance lors de la consultation. On interroge le patient sur ses attentes, ses connaissances des techniques et en fonction de paramètres d'examen objectifs, âge, topographie, réfraction, éléments anatomiques, une orientation vers un cadre chirurgical est dessinée.

Les éléments du choix de la technique opératoire

La première question pourrait être : le patient est-il motivé, est-ce un bon candidat ? Si oui, il faut déterminer si a priori une démarche chirurgicale type PresbyLasik sera proposée d'emblée ou, au contraire, une démarche chirurgicale intra-oculaire.

>>> L'âge du patient est un élément fort pour cette orientation

Un patient de moins de 55-60 ans sera ainsi plutôt orienté d'emblée vers un

PresbyLasik. Il est admis d'éviter toute chirurgie cristallinienne chez le myope avant cet âge. Une exception est cependant possible chez certains patients hyperopes, souhaitant une vision binoculaire préservée et présentant un segment antérieur peu profond ou un angle étroit. Une chirurgie cristallinienne peut être une solution très intéressante tout en gardant présente la notion de l'OMC qui peut être plus fréquent.

Au delà de 65 ans, je reste en revanche prudent sur les indications de PresbyLasik. En effet, les cristallins ne sont pas toujours très clairs et l'évolution des troubles réfractifs et aberrométriques n'est pas réellement prévisible. Il est alors quelque peu paradoxal de vouloir proposer dans ce cas un traitement laser avec modification de l'asphéricité.

>>> Le degré d'amétropie est bien entendu un autre facteur capital dans le raisonnement de la programmation d'un PresbyLasik

Chaque plateforme laser présente des spécificités qu'il faut connaître pour les utiliser au mieux. La plateforme WaveLight® ALLEGRETTO® possède l'avantage d'un logiciel assez ouvert mais qui nécessite une bonne expérience pour en tirer le meilleur.

Pour débiter, je conseillerai quelques notions simples qui peuvent rassurer les utilisateurs. Par exemple, dans le cas de myopie, une petite bascule sans modification de paramètre d'asphéricité permet, dans la plupart des cas, un résultat très satisfaisant sur le plan du confort comme de l'efficacité. Les patients ont, dans leur majorité, l'habitude de cette situation avec leurs lentilles. C'est une approche simple et efficace. A l'autre extrémité de la réfraction, si l'hypermétropie est supérieure à 3 dioptries et si la kératométrie postopératoire prévue est supérieure à 46 dioptries, le traitement classique de l'amétropie va alors déjà induire suffisamment d'asphéricité

pour apporter une solution élégante à l'amélioration de la vision de près. Cela de façon très significative et gratifiante sans éléments péjoratifs, la petite myopisation induite dont les patients sont prévenus régresse en quelques semaines, mais les patients sont heureux et reconnaissants d'être aussi rapidement améliorés et indépendants aux lunettes.

Dans l'intervalle, pour les pseudoemmétropes et petits hypermétropes, c'est une microvascule qui est nécessaire, avec une modification du facteur Q si l'on veut prendre en charge la presbytie. Une explication préalable du patient est indispensable car l'acuité visuelle de loin de l'œil dominé traité pour la presbytie sera au moins transitoirement sur quelques mois diminuée du fait de l'induction d'une "pseudomyopie" régressive. Cet élément est important à souligner car plus le patient sera exigeant sur sa vision de près, plus les modifications de l'asphéricité seront importantes et plus la période d'apprentissage/régression de l'effet sur la vision de loin sera longue. Une bonne étude topographique aide à la prédictibilité du résultat. Une prise en charge dans l'attente de la stabilité des résultats est indispensable.

Le facteur Q peut être modifié sur l'un ou sur les deux yeux et sa valeur cible sera choisie en fonction de plusieurs paramètres : degré d'amétropie, importance de la presbytie, puissance kératométrique initiale, attente du patient. Les valeurs cibles recherchées vont dans ma pratique de Q -0.4 à Q -1.0. Les plus faibles valeurs sont proposées sur l'œil dominant qui bénéficie ainsi d'une meilleure profondeur de champ sans trop de modification réfractive. Les valeurs plus élevées sont proposées à l'œil dominé qui sera prédominant pour la vision de près. Ces modifications nécessitent cependant une certaine expérience, d'autant plus si l'on est obligé d'apporter une addition supplémentaire pour les amétropies faibles avec presbytie évoluée.

Des nomogrammes dans le but de simplifier les programmations sont proposés actuellement et sont en cours d'évaluation. Il est aisé cependant de comprendre qu'il est difficile de proposer un traitement 100 % standardisé en laser alors que l'on s'adresse à des patients qui présentent des "terrains" très différents (amétropie, kératométrie, asphéricité) et une presbytie évolutive.

La prise en charge de la presbytie est cependant très efficace en PresbyLasik pour peu que l'on intègre ces notions et que le choix éclairé du patient soit respecté.

Conclusion

La chirurgie de la presbytie se développe et est appelée à se développer encore. Cependant, la prise en charge de la presbytie et le succès de cette chirurgie restent aujourd'hui du domaine de la chirurgie réfractive spécialisée qui nécessite une connaissance parfaite des moyens utilisés pour les proposer dans la bonne adéquation comme dans la bonne indication au patient pour un résultat optimum !

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



C. PAGES
Clinique de La Vision,
PARIS.

En ce qui concerne les amétropes candidats à une solution chirurgicale de leur presbytie et, en dehors des indications du Prelex, ma technique favorite est la "custom monovision" à l'aide du laser WaveLight®.

Je préfère en effet la monovision aux autres algorithmes, parce qu'elle garantit la vision de loin de l'œil dominant. Même si notre bassin de population est en Ile-de-France, nos opérés ne bénéficient pas ou peu de transports en commun et doivent pouvoir reconduire très précocement après l'intervention, et souvent de nuit, d'où la nécessité de la constatation postopératoire d'une bonne acuité non corrigée de loin sur l'œil dominant. Les procédures multifocales bilatérales imposent souvent un délai de récupération de quelques mois pour la vision de loin, non compatibles au quotidien dans ces conditions.

La précision de la machine et de son logiciel permet une procédure aisément reproductible. La modification du facteur d'asphéricité avec conservation du Z4 induit un résultat satisfaisant dans plus de 90 % des cas de notre série. C'est

dire la fiabilité de la méthode, et cela dès les premiers opérés.

La rigidité du calcul peut sembler contraignante à certains, mais elle autorise une comparaison a posteriori des résultats obtenus. Une programmation plus fine du laser pourra, de toute façon, être opérée après l'analyse des premières dizaines de cas. Cette procédure est accessible aux hypermétropes, mais aussi aux astigmatés et même aux myopes avec, pour ces derniers, la possibilité de retouche dans les cas de sous-correction en vue de près.

Cette procédure respecte la symétrie de révolution du dioptré oculaire. Elle permet des retouches faciles puisque centrées sur une première procédure elle-même centrée. Le plus souvent, il s'agit d'une sous-correction de près chez un myope devenu, après la première intervention, un patient emmétrope-presbyte. Dans ce cas, le même calcul, avec une correction de loin nulle, induit un traitement purement prolatisant clef du succès. De la même façon, on pourra retoucher une surcorrection hypermétropique par exemple.

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



Conclusion

→ **G. MONTEFIORE**
Clinique de la Vision,
PARIS.

En trois décennies, la chirurgie réfractive est passée du mode confidentiel à une chirurgie à fort volume. La kératotomie radiaire, arciforme, puis les techniques de chirurgie lamellaire développées par José Barraquer étaient réservées à une élite chirurgicale et l'indication était relativement étroite et limitée à la myopie faible à moyenne, les traitements de l'hypermétropie comme de la presbytie en étaient exclus.

L'avènement du laser Excimer et du Lasik a permis l'essor considérable de cette chirurgie, tant en volume de patients traités qu'en nombre d'opérateurs.

Mais le chirurgien, dans la plupart des plateformes, était relégué comme simple exécutant presse-pédale, avec le seul choix d'entrer l'amétropie dans le laser, sans possibilité de choisir une réelle stratégie chirurgicale adaptée à chaque cas.

La Suite Réfractive Alcon® constituée du laser Femtoseconde FS200 et du laser Excimer EX500 est une suite réfractive intelligente qui replace le chirurgien au centre de l'arbre décisionnel.

Le chirurgien devient acteur, il dispose avec l'EX500 d'une grande boîte à outil-logiciel lui permettant de choisir le profil d'ablation, le diamètre traité, la taille des zones de transition et le choix d'aligner l'Eye tracker sur le centre géométrique ou optique de la pupille. Couplé au FS200 par un logiciel de pilotage commun, il permet d'adapter avec précision le diamètre de la découpe à l'amétropie traitée et même de réaliser des capots ovalaires élargis sur le méridien le plus plat.

Le laser EX500, c'est également le meilleur laser de traitement de l'hypermétropie. Il permet la réalisation de zones larges, avec une absence de régression. L'EX500 a permis également le développement de la chirurgie de la presbytie par la technique de la monovision avancée. En effet, le logiciel F-CAT permet une modulation du facteur Q, et donc de la prolaticité cornéenne, dans le but de modifier la profondeur de champ. L'EX500, couplé au topographe ou à l'aberromètre, a enfin permis d'élargir à d'autres indications thérapeutiques, notamment dans la prise en charge du kératocône avec la photoablation guidée par la topographie.

Pour conclure, la Suite Réfractive WaveLight® remet le chirurgien au centre de la stratégie thérapeutique et permet d'adapter le traitement précisément au besoin réfractif de chaque patient. C'est également un laser au coût d'exploitation maîtrisé : pas de carte à acheter pour débloquer certaines options logicielles avancées comme chez certains autres fabricants où seul le traitement Planoscann à 50 Hz est gratuit et tout le reste du menu en sus.

L'ALLEGRETTO WAVE® Eye-Q est un système à laser Excimer utilisé en chirurgie réfractive. Le WaveLight® EX500 est un système laser excimer fixe à balayage par spots utilisé en chirurgie réfractive. Le WaveLight® FS200 est un système laser femtoseconde non mobile à balayage utilisé en chirurgie réfractive pour la création de capots cornéens et les résections lamellaires de la cornée.

Dispositif médical de classe IIb – Organisme notifié : 1275 LGA InterCert GmbH – Fabricant : WaveLight GmbH.
Lire attentivement le mode d'emploi qui accompagne ce dispositif médical avant utilisation.
Décembre 2012 – 1212ALCONPMo45



Le succès se mesure en quelques fractions de seconde

{ À la vitesse de 280 km/h, la langue des grenouilles d'Amazonie atteint précisément sa proie en moins de 1/10ème de seconde.

SOLEIDAD - A096 - 11/2010 - P2482

La plate-forme réfractive la plus rapide au monde

La nouvelle Suite Réfractive WaveLight® comprend :

- un **laser excimer 500 Hz**, offrant des temps d'ablation inégalés de seulement 1,4 seconde par dioptrie*
- un **laser femtoseconde 200 kHz**, permettant la création personnalisée et précise d'un capot en 6 secondes
- un **eye tracker 1050 Hz** avec un temps de réaction de 2 millisecondes
- une large gamme de **traitements personnalisés** disponibles



WaveLight® femtoseconde FS200

WaveLight® excimer EX500