

Chirurgie cornéoplastique au laser femtoseconde

ALAIN ABENHAÏM
BELKACEM AMARI

Centre Cornée Kératocône
Clinique de la vision, Paris



Le laser femtoseconde a permis de sécuriser la chirurgie réfractive. Son utilisation a quasiment fait disparaître les accidents de découpe en apportant plus de précision et de reproductibilité dans la réalisation du capot. Nous allons dans cet article aborder d'autres façons d'utiliser le laser femtoseconde : traitement des opacités superficielles de la cornée, correction des astigmatismes post-kératoplastie.

Photokératectomie thérapeutique au laser femtoseconde ou femtokératectomie thérapeutique

La mise au point du laser excimer à la fin des années 1980 a permis de faire rentrer la chirurgie réfractive dans la modernité. Pour la première fois, un laser était capable de vaporiser un tissu transparent ou opaque sans induire d'effets collatéraux à quelques angströms sous la zone de focalisation de l'impact. Cette propriété a permis de concevoir les différents profils d'ablation de la chirurgie réfractive. L'idée d'utiliser le laser pour vaporiser les opacités cornéennes superficielles a paru évidente. La photokératectomie thérapeutique était née, faisant du coup disparaître certaines indications de greffes lamellaires. Un certain nombre de pathologies devenait accessible à un traitement efficace, simple et peu agressif.

Les principales indications sont : toutes les opacités cornéennes superficielles intéressant le quart antérieur de la cornée, la dystrophie cornéenne opaque superficielle récidivante : dystrophies de Reis-Buckler, dystrophies de Groenouw superficielles.

La réalisation du laser excimer est simple : on programme une vaporisation cylindrique et on arrête de délivrer les impacts lorsque la cornée devient transparente. La difficulté principale est liée à la disparité de vaporisation des opacités cornéennes. En effet, compte tenu de la densité cellulaire du tissu opaque le laser excimer creuse proportionnellement plus profondément en tissu sain qu'en tissu opaque.

Après photoablation au laser excimer, la cornée devient transparente au prix d'une irrégularité de surface, génératrice d'un astigmatisme. Cet astigmatisme irrégulier s'améliore lentement grâce à la cicatrisation cornéenne superficielle qui régularise progressivement la surface de la cornée. Dans l'intervalle, l'adaptation d'une lentille rigide était indispensable

pour restaurer une fonction visuelle satisfaisante.

Ainsi pour réduire l'astigmatisme irrégulier, on a utilisé du méthylcellulose avant de réaliser que finalement l'épithélium était le meilleur agent lissant : le concept de pouvoir optique de l'épithélium ouvrait alors de grandes perspectives.

C'est pour tenter d'éliminer cette complication que nous avons eu l'idée d'utiliser le laser femtoseconde pour réaliser une kératectomie superficielle dont la face profonde aurait une surface parfaitement régulière et, ainsi, de limiter l'induction d'un astigmatisme irrégulier (figures 1 à 4).

Le bilan préopératoire

Il comporte une évaluation clinique du retentissement de l'opacité sur l'acuité visuelle. En pratique, toute opacité superficielle limitant l'acuité à moins de 3/10 est éligible.

L'évaluation de la profondeur lésionnelle se fait à la lampe

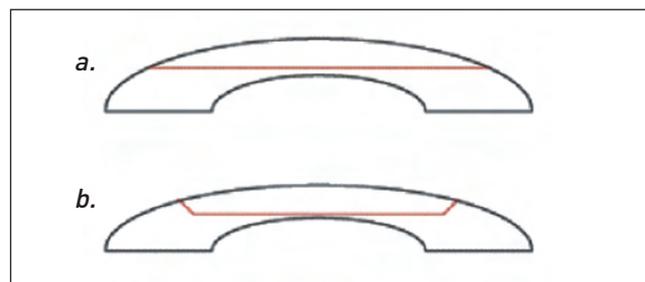


Figure 1. Inconvénient du laser femtoseconde dans la technique de photokératectomie (a). La réaction de cicatrisation des bords induit un certain aplatissement cornéen (b).

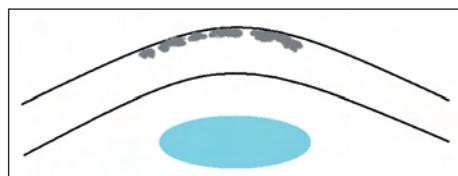


Figure 2. Illustration des opacités cornéennes antérieures.

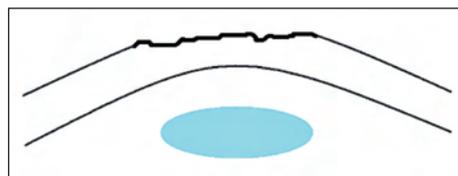


Figure 3. Irrégularités de l'interface après laser excimer.

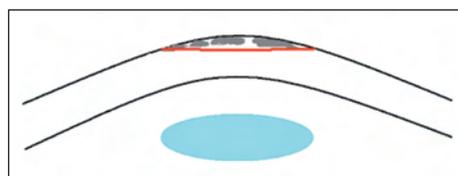


Figure 4. La découpe au laser femtoseconde passe sous l'opacité permettant d'avoir une surface régulière.

à fente. L'éclairage en fente fine en surluminance à 45 degrés de l'opacité permet d'apprécier l'épaisseur de l'opacité en pourcentage par rapport au reste de la cornée saine. Si l'opacité représente moins du quart de l'épaisseur de la cornée, il s'agit d'une bonne indication.

L'OCT de segment antérieur permettra une mesure précise de la plus grande épaisseur de l'opacité.

La technique de femtokératectomie

Nous avons utilisé le laser femtoseconde Intralase FS-60 kHz pour réaliser la kératectomie, mais aujourd'hui notre standard est le laser Intralase FS-150 Khz (*tableau I*).

La profondeur affichée sur la machine est égale à la plus grande épaisseur de l'opacité majorée de 10 microns pour avoir une marge de sécurité.

Le diamètre de découpe est en général de 8 à 8,5 mm pour réduire le *shift* hypermétrope. En théorie, la découpe étant parfaitement cylindrique, il n'y a pas de modification de la réfraction. Mais en pratique, la réaction de cicatrisation aux bords du cylindre induit un certain aplatissement de la cornée.

On utilise le mode *Raster* ou *Keratoplasty* de l'Intralase pour pouvoir effectuer au minimum deux ou trois passages en fonction de la densité de l'opacité.

Tableau I. Paramètres Intralase FS-60 kHz.

Flap : mode <i>raster</i> ou <i>keratoplasty</i> (<i>anterior side cut</i>)
Energie maximale : 2,6 à 2,85 μ J
Diamètre de découpe : 8 à 8,5 mm
Profondeur moyenne : 100 μ m
Diminuer l'angle d'attaque

Le clivage de la lamelle cornéenne se fait avec les mêmes instruments que le soulèvement du capot en chirurgie réfractive. L'expérience acquise lors des premiers cas démontre l'efficacité et l'innocuité relative de cette technique.

Les pièces anatomopathologiques apportent la confirmation diagnostique, ce qui n'était pas possible avec la photoblation au laser excimer (*figure 5*). L'analyse de la face

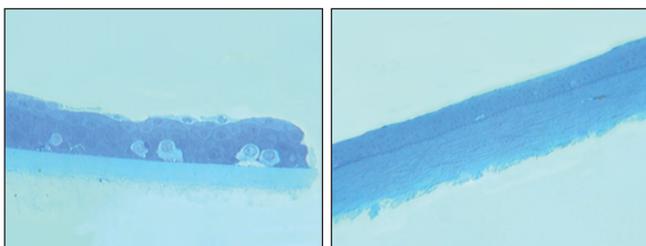


Figure 5. Pièces anatomopathologiques. Bel aspect superficiel lisse de l'ablation au laser femtoseconde.

postérieure de la pièce confirme la qualité de la découpe du laser femtoseconde. La surface de la cornée ainsi traitée est d'une régularité supérieure à celle d'une cornée traitée au laser excimer. Évidemment, les quelques cas que nous présentons avec des résultats très encourageants méritent d'être confirmés par une évaluation élargie.

Cas cliniques

Cas n°1. Une cornea guttata décompensée

Il s'agit d'une patiente âgée de 75 ans opérée de l'œil gauche (kératoplastie transfixiante plus cataracte) pour cornea guttata décompensée et qui présente du côté droit une taie cornéenne superficielle, une cornea guttata et une cataracte avec synéchies postérieures. Compte tenu du résultat modeste à gauche avec une acuité visuelle à 3/10, nous avons hésité entre une intervention combinée d'emblée et une photokératectomie permettant d'évaluer la gravité de la cornea guttata. Une photokératectomie au laser femtoseconde a été pratiquée (*figure 6*), un comptage endothélial a été rendu possible et le nombre de cellules endothéliales était de 1 000/mm². Une simple chirurgie de la cataracte par phacoémulsification a été réalisée permettant une récupération fonctionnelle à 4-5/10f.

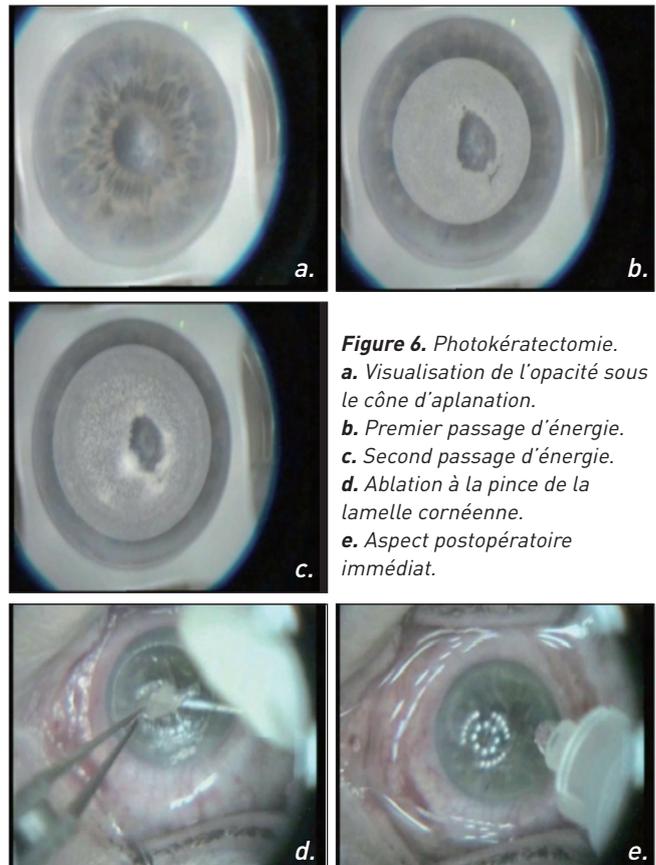


Figure 6. Photokératectomie.
a. Visualisation de l'opacité sous le cône d'aplanation.
b. Premier passage d'énergie.
c. Second passage d'énergie.
d. Ablation à la pince de la lamelle cornéenne.
e. Aspect postopératoire immédiat.

Dossier

Grâce à la photokératectomie au laser femtoseconde, la greffe est pour l'instant évitée (figures 7 et 8).

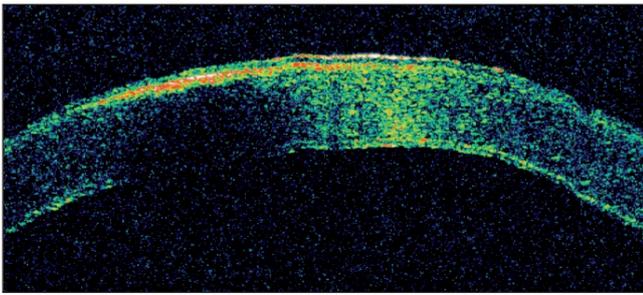


Figure 7. Aspect OCT préopératoire.

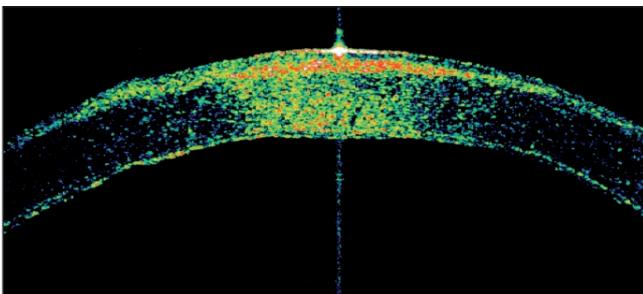


Figure 8. Aspect OCT postopératoire.

Cas n° 2. Des opacités cornéennes d'origine traumatique (figures 9 et 10)

Il s'agit d'un patient de sexe masculin, âgé de 68 ans, présentant des opacités cornéennes de type traumatique, centrées sur l'axe optique. L'acuité visuelle n'excède pas 2/10. La gêne fonctionnelle s'avère importante, rendant le patient quasiment monoptalme.

L'indication initiale était une kératoplastie lamellaire antérieure, mais les mesures en OCT Visante ont montré une profondeur des opacités n'excédant pas les 100 µm, une



Figure 9. Aspect préopératoire en OCT Visante.

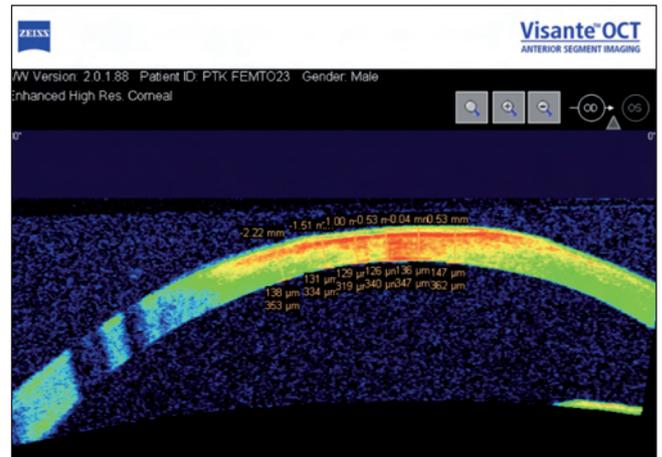


Figure 10. Autre aspect préopératoire en OCT Visante.

photokératectomie s'est alors imposée, avec pose d'une lentille souple thérapeutique durant trois jours. L'acuité visuelle postopératoire est de 4/10 à J+15 sans correction et de 6/10 à un mois avec +1,5 (-0,75) 75°.

Réalisation d'incisions arciformes dans le traitement des astigmatismes post-greffe

L'astigmatisme élevé après kératoplastie transfixiante est la principale cause d'échec fonctionnel sur un greffon transparent. Son importance et l'incapacité de le corriger peuvent conduire à faire une nouvelle greffe.

Les causes sont multiples et souvent intriquées : cicatrisation asymétrique au niveau de l'anneau limitant, défaut de congruence greffon-cornée réceptrice, astigmatisme de la cornée réceptrice (dans le kératocône notamment), etc.

De nombreuses techniques ont été proposées afin de réduire ces astigmatismes : incisions transverses, incisions arciformes, révision de cicatrices, résections cunéiformes.

Nous nous intéresserons aux incisions arciformes que l'on peut réaliser à l'aide du laser femtoseconde.

La réalisation d'incisions arciformes est une technique ancienne utilisée du temps de la kératotomie radiaire, réalisées soit à main levée au couteau diamant, soit à l'aide de l'arcitome de Hanna.

Le principe est simple : une incision perpendiculaire au méridien le plus convergent induit un aplatissement de celui-ci et, par effet de couple, un bombement du méridien plat perpendiculaire. En principe, cela n'induit pas de modification de l'équivalent sphérique réfractif sur une cornée saine. Ceci est moins vrai dans les astigmatismes sur greffes où il peut y avoir une modification non prévisible de l'équivalent sphérique.

L'effet d'une incision est d'autant plus important que sa longueur angulaire est grande, qu'elle est profonde et qu'elle est proche du centre. L'utilisation du laser femtoseconde

Cornéoplastie



permet de contrôler avant la découpe l'ensemble des paramètres. Notre choix de laser est l'Intralase FS.

On définit sur l'écran de contrôle la longueur angulaire, la profondeur et l'axe de la découpe (figure 11).

Lorsque l'anneau de succion est posé, on peut corriger un éventuel décentrement avant de déclencher le tir du laser.

Nous utilisons le nomogramme selon les recommandations de K.D. Hanna (tableau II) dans la chirurgie incisionnelle mécanisée au trépan arciforme. La découpe au laser est réalisée en quelques secondes (figure 12).

Figure 11. Écran de réglage des paramètres Intralase.

Tableau II. Nomogramme de KD Hanna (Hanna KD et al. Keratotomy for astigmatism using an arcuate keratome. Arch Ophthalmol 1993(111):998-1004).

Astigmatisme (D)	Diamètre de la zone optique (mm)	Profondeur de l'incision (% de l'épaisseur cornéenne)	Longueur angulaire de l'incision (degrés)
5,00-6,25	6,50	75	70
6,50-7,50	6,25	75	70
7,75-8,75	6,25	75	80
9,00-15,00	6,00	75	80

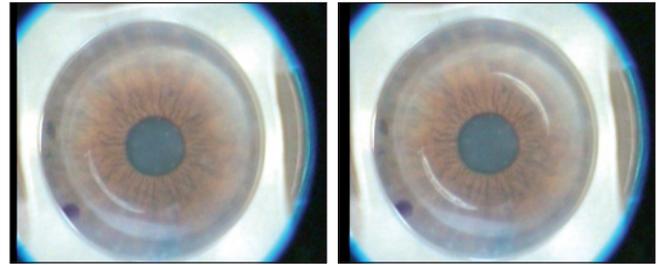


Figure 12. Séquence de la découpe arciforme.

Les résultats permettent une réduction conséquente de l'astigmatisme dans plus de 70 % des cas (figures 13 et 14). La diminution de cet astigmatisme est de l'ordre de 50 % en moyenne.

Cette technique donne des résultats très encourageants dans tous les astigmatismes post-greffe à l'exception de la kératoplastie post-kératocône où un lasik donne des résultats plus prédictibles.

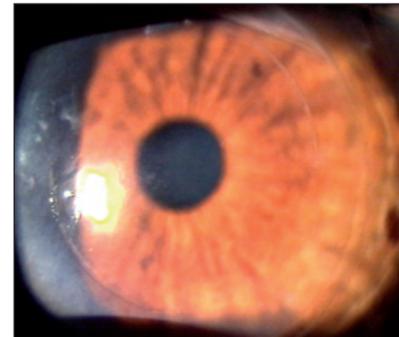


Figure 13. Aspect postopératoire.

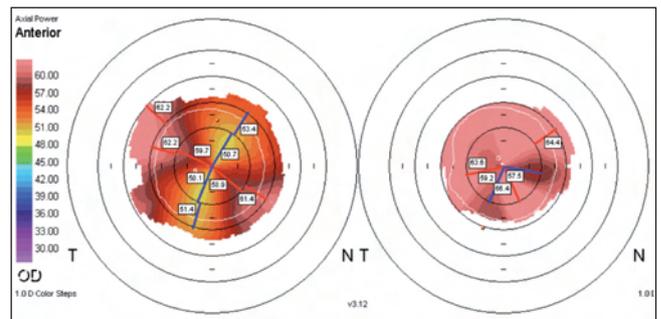


Figure 14. Topographies cornéennes pré et postopératoires.