



M. TIMSIT  
Clinique de la Vision, PARIS.  
mt@ophthalmologie.fr

## L'iFS, dernière version 2009 du laser femtoseconde IntraLase

La chirurgie réfractive a évolué de façon spectaculaire depuis 2001. Le laser IntraLase FS du laboratoire américain AMO (Advanced Medical Optics) a été, en mars 2001 (premier traitement en novembre 2000), le premier à obtenir une autorisation de mise sur le marché de la Food and Drug Administration (FDA) en remplacement des micro-kératomes. C'est le laser femtoseconde le plus répandu dans le monde (800 appareils dont 25 en France, 200 en Europe, Moyen-Orient et Afrique). Il présente le plus de recul et le plus d'études publiées. Plus de 2 millions de procédures ont été réalisées. Il assure le tiers des Lasik aux Etats-Unis et reste donc le laser femtoseconde de référence, gage de sécurité et de support technique.

Les premiers lasers femtoseconde IntraLase d'une fréquence de 6 kilohertz (kHz) permettaient la création de volets de 9 mm de diamètre en 3 minutes. Le FS 2 l'effectuait en 50 secondes, le FS 3 en 35 secondes, tandis que depuis 2006 l'IntraLase FS 4 à 60 kHz découpait le volet en 20 secondes. La dernière (cinquième) génération de laser femtoseconde IntraLase iFS à 150 kHz, qui a commencé à être diffusée début 2009, permet maintenant une découpe en 10 secondes. Cette nouvelle version permet non seulement d'accélérer la découpe, mais aussi de la personnaliser dans son épaisseur, sa forme (diamètre, taille et positionnement de la charnière, découpe des bords), tout en augmentant la sécurité. La Clinique de la Vision a été l'un des tout premiers centres en Europe à acquérir un laser femtoseconde en 2004. Elle en est équipée aujourd'hui de deux exemplaires de dernière génération.

Les points-clés du traitement idéal sont la réduction du temps de découpe du volet, la facilité de son soulèvement, la qualité et la précision de la découpe, l'absence d'effets secondaires.

La découpe d'un volet par laser femtoseconde se fait par photodisruption à l'origine de milliers de bulles de cavitation jux-

taposées et expansives. Plus les bulles sont petites, plus précise est la découpe. L'idéal est d'obtenir des bulles les plus petites et les plus rapprochées possible pour avoir la meilleure découpe possible avec le moins possible de ponts tissulaires résiduels à rompre manuellement et une meilleure régularité stromale. Mais, dans ce cas, la durée du traitement s'en trouve augmentée. La programmation des bulles est donc un compromis entre ces deux impératifs.

### ▣ L'AUGMENTATION DE LA RAPIDITE DE LA DECOUPE AVEC L'INTRALASE IFS A DE MULTIPLES AVANTAGES

Elle permet d'utiliser **moins d'énergie par spot**, donc de les placer de façon plus rapprochée. L'espacement des lignes de spots diminue de 6 x 14 microns en moyenne avec l'IntraLase FS4 à 5 x 5 microns avec l'IntraLase iFS. Il s'ensuit un **soulèvement du volet plus facile** et un **lit stromal plus lisse**. Cette meilleure qualité du lit stromal a été constatée en microscopie électronique. Des études ont montré une **adhérence du volet plus forte** dans 2/3 des cas (Chayet, ASCRS 2008).

Plus l'énergie délivrée est faible, **moins il y a de formation de bulles résiduelles**, donc dissipation plus rapide des bulles, **racourcissement du temps d'attente** avant l'application du laser Excimer, **moins de gêne potentielle à la poursuite de l'eyetracker**, moins d'exposition du stroma, moins de risque de diffusion à la chambre antérieure. **Le soulèvement du volet est facile**, presque sans résistance, du fait de ponts tissulaires réduits.

**Le temps de succion** par l'anneau est réduit. Cela réduit le risque de perte de succion lors de la découpe, réduit le temps de retour visuel, augmente le confort du patient, diminue l'incidence des hémorragies sous-conjonctivales postopératoires qui entraînent des rougeurs inesthétiques.

Une diminution de l'énergie délivrée à la cornée se traduit par **moins d'effets secondaires** thermiques ou de radiations aux tissus environnants, responsables parfois d'inflammation, de kératite lamellaire diffuse, de sensibilité à la lumière.

## ▣ LA CREATION D'UN VOLET OVALAIRE

Le nouveau logiciel de l'IntraLase iFS permet de personnaliser le volet en fonction du diamètre et de la forme de la cornée. La création d'un volet ovalaire a de multiples avantages. Avec un volet ovalaire, l'anatomie naturelle de chaque œil est mieux respectée et la répartition des forces sur une cornée elliptique est plus harmonieuse. La diminution de la découpe des fibres cornéennes périphériques essentielles pour la stabilité cornéenne permet une **meilleure résistance biomécanique** de la cornée et peut-être une incidence encore plus faible de l'ectasie cornéenne.

Les symptômes de sécheresse cornéenne constituent l'effet indésirable le plus fréquent après un Lasik. La moindre résection des nerfs sensitifs cornéens et la création d'une charnière plus large devraient potentiellement entraîner une **diminution de l'incidence de la sécheresse oculaire** et donc un meilleur confort et une meilleure satisfaction du patient.

Le volet ovalaire permet de repousser la charnière plus en périphérie pour une **meilleure exposition stromale** permettant une délivrance plus complète du laser Excimer en tous les points. Cela est particulièrement intéressant dans le traitement de l'hypermétropie et de la presbytie qui requiert une zone optique large.

Une étude (Chayet) a comparé les résultats visuels et les paramètres biomécaniques de la cornée lors d'une découpe ovalaire sur un œil et d'une découpe circulaire sur l'autre œil. Pour une découpe ovalaire, l'épaisseur du volet obtenu était de :

- 93 microns pour une épaisseur programmée de 90 (extrêmes: 78 à 103),
- 107 microns pour une épaisseur programmée de 100 (extrêmes: 101 à 123).

Pour une découpe circulaire, l'épaisseur du volet obtenu était de :

- 98 microns pour une épaisseur programmée de 90 (extrêmes: 87 à 128),
- 106 microns pour une épaisseur programmée de 100 (extrêmes: 100 à 120).

Les résultats en termes de délai de récupération d'acuité visuelle et de chiffres d'acuité visuelle à 3 mois étaient similaires avec les deux formes de découpe. Les différences n'étaient pas significatives en ce qui concernait les aberrations optiques (HORMS, defocus et aberrations sphériques).

## ▣ L'ANGLE DE DECOUPE DES BORDS

De l'angle de découpe des bords dépend la congruence du volet avec la cornée non découpée. Plus cet angle est élevé, meilleure est la stabilité du volet avec moins de risques de déplacement, de plis ou d'invasion épithéliale. Un angle élevé permet en outre une plus grande surface de traitement effectif par le laser Excimer.

L'avant-dernière génération de laser femtoseconde, l'IntraLase FS4, permettait tous les angles de découpe des bords allant de 30° (comme un microkératome) à 90°. Des études sur le porc ont montré que lorsque les bords sont plus perpendiculaires (proches de 90°), il était plus difficile de déplacer le volet. L'IntraLase iFS permet maintenant une découpe pouvant aller jusqu'à 150° réalisant une **découpe oblique inverse**.

Des études (John Marshall) ont montré une plus grande stabilité du volet avec une découpe des bords oblique inverse. Cette découpe permet une meilleure apposition entre le volet et le lit stromal. Une autre étude (Michael Knorz) a montré une meilleure cicatrisation d'une découpe oblique inverse à 150° par rapport à celle oblique directe à 70° utilisée habituellement avec l'IntraLase FS4. L'étude établit que la force à exercer pour déplacer un volet est, après une incision oblique inverse, trois fois supérieure à celle à exercer après une incision par microkératome.

L'architecture de la découpe des bords avec le laser femtoseconde et l'angle de charnière plus large permis par la découpe d'un volet ovalaire diminuent le **risque de déplacement du volet** en cas de traumatisme intempestif, le risque de stries et de plis, et rend moins impératif le port de lunettes et de coques protectrices après l'opération.

**Lors d'une reprise avec re-soulèvement du volet**, l'incidence de l'invasion épithéliale, de constatation commune après une découpe par microkératome, est diminuée avec une découpe par laser femtoseconde oblique directe et encore plus rare avec une incision oblique inverse.

## ▣▣ LES AUTRES PROCEDURES CORNEENNES

Le laser femtoseconde IntraLase permet la préparation de tunnels cornéens pour l'insertion d'**anneaux** dans le traitement des kératocônes et des ectasies cornéennes. La programmation de la profondeur du tunnel, sa largeur, son diamètre, la longueur de l'incision et son axe permettent d'effectuer des tunnels précis et reproductibles pour une grande variété de types et de tailles d'anneaux. Il permet la création d'incisions arciformes et les résections lamellaires pour le traitement de l'astigmatisme, et permet d'effectuer, avec le module IEK, toutes les formes avancées de **greffes de cornée**, les kératoplasties lamellaires, transfixiantes et endothéliales.

L'IEK est un énorme progrès en matière de greffe de cornée et est amenée à remplacer les trépanations mécaniques. Le laser femtoseconde permet un meilleur ajustement du lit du receveur avec le greffon selon divers profils de coupe ajustables. En particulier, la découpe en zigzag permet une meilleure étanchéité avec une plus grande surface de coaptation avec la

cornée réceptrice. Les procédures deviennent plus rapides (découpe en 25 à 40 secondes), plus faciles à réaliser et plus sûres. L'astigmatisme postopératoire est nettement réduit. La cicatrisation et la récupération visuelle sont plus rapides.

Des études sont en cours pour effectuer dans les années à venir la **procédure Flex** (femtosecond lenticule extraction). Il s'agit, par utilisation d'un laser femtoseconde uniquement, sans l'aide d'un laser Excimer, de la découpe d'un volet puis d'un lenticule intra-stromal programmé selon la myopie à corriger.

## ▣▣ CONCLUSION

L'iFS, dernière génération de laser femtoseconde IntraLase, permet de personnaliser la découpe du volet cornéen en fonction de chaque patient. La sécurité est encore accrue avec la rapidité de la découpe, la plus grande stabilité de l'incision oblique inverse et la découpe ovalaire. Les autres procédures cornéennes sont aussi très améliorées. □