

# réalités



Mensuel #

205

• Septembre 2013

Cahier 4

## OPHTALMOLOGIQUES



Congrès annuel **Safir**  
**2013**

**Compte rendu  
des communications**

Bureau de la Safir (2012-2013)

Présidente: Cati Albou-Ganem

Vice-présidente: Béatrice Cochener

Secrétaire: Jean-Christophe Joyaux

Secrétaire adjoint: Serge Zaluski

Trésorier: Arié Danan

Trésorier adjoint: Michel Perez

nouveau

# Une stabilité rotationnelle verrouillée<sup>1,2</sup>

Des haptiques conçues pour assurer  
une correction prédictible de l'astigmatisme

**La combinaison idéale :  
performances durables et prédictibilité**

- 100% des patients ont présenté une rotation  $\leq 5^\circ$  entre 1 et 6 mois<sup>1</sup>
- 91% des patients ont présenté une rotation  $\leq 5^\circ$  entre le jour de l'opération et 48 heures<sup>1</sup>
- 3° de rotation moyenne absolue à 6 mois<sup>1</sup>

L'implant intraoculaire enVista®Toric, Référence MX60T, est un Dispositif Médical Implantable fabriqué par BAUSCH & LOMB Incorporated USA. Ce Dispositif Médical de classe IIb est un produit de santé réglementé qui porte le marquage CE 1275 dont l'évaluation de conformité a été établie par l'organisme habilité LGA InterCert. enVista®Toric est un implant monobloc torique de chambre postérieure en acrylique hydrophobe glistening-free, réservé à l'usage des chirurgiens ophtalmologistes pour le remplacement du cristallin et la correction de l'astigmatisme cornéen dans la procédure chirurgicale d'opération de la cataracte. Pour une utilisation optimale et sécuritaire de cet implant intraoculaire, veuillez lire attentivement la notice d'utilisation qui accompagne le dispositif. Ce dispositif médical est pris en charge par les organismes publics d'assurance maladie au titre de son inclusion dans le financement des groupes homogènes de malades et de séjour relatifs aux interventions intraoculaires sur le cristallin.

© Décembre 2012. 12/12/BAUSCHLOMB/PM/019

**new**  
**enVista®TORIC**  
Hydrophobic Acrylic Intraocular Lens

**le nouveau standard pour la stabilité torique**

enVista® Toric is not approved for sale in the United States.

1. Data on file, Bausch & Lomb Incorporated. 2. AcrySof® IQ Toric Directions for Use.

©2012 Bausch & Lomb Incorporated. ®/™ indique des marques déposées de Bausch & Lomb Incorporated ou affiliés. Les autres marques/produits sont des marques déposées par leurs fabricants respectifs. SU6747 08/12.

**BAUSCH + LOMB**  
Mieux voir. Mieux vivre.

# Éditorial



**C. ALBOU-GANEM**  
Présidente de la SAFIR 2011-2013

**L**a SAFIR (Société de l'Association Française des Implants Intraoculaires et de la Chirurgie réfractive) reste la plus importante société de sur-spécialité chirurgicale en France avec plus de 600 cotisants, qu'ils soient universitaires ou libéraux. L'organisation est assurée par un bureau ainsi qu'un conseil d'administration et de surveillance dont les membres travaillent activement dans l'ombre toute l'année. Nous leur en sommes très reconnaissants.

**Le congrès**, qui se tient avant celui de la SFO, est incontournable pour les ophtalmologistes concernés. Le programme est élaboré par le comité désigné à cette intention et qui se compose de : Laurence Lesueur, Thierry Amzallag, Pierre Levy, Jean-Jacques Saragoussi, Marc Weiser et Cati Albou-Ganem. Il recense et explique toutes les actualités scientifiques et professionnelles relatives au segment antérieur de l'œil. L'information est diffusée sous différentes formes :

>>> Les communications libres de six minutes, regroupées par thèmes.

>>> Les flash-conférences, plébiscitées chaque année depuis leur mise en place. Elles ont l'avantage de rassembler de manière dynamique différentes approches d'un même sujet, sans répétition inutile, avec une introduction et une synthèse du président de session.

>>> Les symposia, choisis tous les ans en fonction de l'actualité, permettent une mise au point précise et complète. L'un d'eux est organisé conjointement avec la SFO sous l'égide de son président, Philippe Denis, que nous tenons à remercier. Le thème, choisi cette année : "*Tension oculaire et chirurgie réfractive*" et présenté par d'éminents spécialistes des deux bords, a été particulièrement apprécié. Un autre, qui a eu lieu le samedi avant la pause déjeuner, a été cette année sponsorisé par le laboratoire Carl Zeiss que nous remercions pour son aide précieuse, tout comme les autres sponsors Platinum sans qui le congrès ne pourrait atteindre cette dimension : Abbott, Alcon et Bausch+Lomb.

>>> Le programme vidéo très fourni, et à chaque fois plus attractif, avec cette année 37 communications filmées réparties sur les 2 journées du congrès.

>>> Enfin, les posters qui permettent de diffuser largement de multiples aspects de notre discipline pendant toute la durée du congrès.

Nous rappelons à ceux que l'aventure tente que les communications, les films et les posters sont primés.

**La SAFIR assure, d'autre part, un apprentissage et une information continue**

>>> **Les Web conférences SAFIR** qui sont aussi des illustrations complètes sur un thème et au cours desquelles vous pouvez poser des questions en ligne.

>>> Le site internet [www.safir.org](http://www.safir.org), organisé magistralement par le webmaster, Richard Gold, que nous ne remercierons jamais assez pour sa gestion si efficace de l'actualisation des données, permet aux membres de revoir l'intégralité des présentations scientifiques du congrès, le programme vidéo ainsi que les webconférences, d'avoir des informations médico-légales fournies par Maître Lucas-Baloup, avocat à la cour, d'accéder à une base de données exhaustive des implants intraoculaires distribués en France ainsi qu'à un calculateur en ligne pour les cas difficiles après chirurgie réfractive. Le site fournit, enfin, l'accès aux **huit fiches d'informations** (opération de la cataracte, chirurgie réfractive au laser, chirurgie du cristallin à visée réfractive, chirurgie réfractive par implants phaqes, implants toriques multifocaux et accommodatifs, *cross-linking*, anneaux intracornéens, capsulotomie au Yag) qui ont été écrites ou mises à jour par la CA de la SAFIR conjointement avec celui de la SFO.

>>> La communication et l'information sont aussi assurées par la **lettre internet** publiée tous les trimestres par Jean-Christophe Joyaux, notre secrétaire général à la plume inimitable, que nous remercions également vivement.

>>> Enfin, un rapport circonstancié est publié sous la forme d'un **numéro spécial**. Sa diffusion est assurée par Performances Médicales avec la publication, dans un numéro spécial de *Réalités Ophthalmologiques*, des communications scientifiques marquantes, d'un résumé du déroulement du congrès et de ses points forts rapportés par Jonathan Letsch. Nous remercions vivement les éditeurs et les auteurs pour leur irremplaçable contribution.

Par ailleurs, **mon mandat de Présidente de la SAFIR touche aujourd'hui à sa fin**. Je ne sais si mes efforts à ce poste ont été appréciés mais sachez en tout cas que je me suis investie pleinement dans cette mission à laquelle j'attachais une très grande importance puisque je succédais à Monsieur Joseph Colin. Il est des moments privilégiés dans la vie et celui par lequel vos pairs vous accordent leur confiance en est un. J'espère avoir été à la hauteur de la responsabilité que vous m'avez transmise.

Je passe maintenant le flambeau à une autre femme, **Béatrice Cochener**, dont j'admire la détermination et l'engagement, à une amie, à la vice-présidente avec qui j'ai eu beaucoup de plaisir à collaborer. Je sais qu'elle marquera de son empreinte les prochaines années et je lui souhaite bonne chance à ce poste qui ne pourra qu'être parfaitement occupé par elle grâce à ses qualités humaines et professionnelles d'exception.

### 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 Desmettre, Dr Damien Gatinel

### CONSEILLER DE LA RÉDACTION

Dr Thierry Amzallag

### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Dr Richard Niddam

### SECRÉTARIAT DE RÉDACTION

Évelyne Kerfant, Agnès Le Fur

### RÉDACTEUR GRAPHISTE

Marc Perazzi

### MAQUETTE, PAO

Élodie Lelong

### PUBLICITÉ

Dominique Chargy

### 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 : info@performances-medicales.com

### IMPRIMERIE

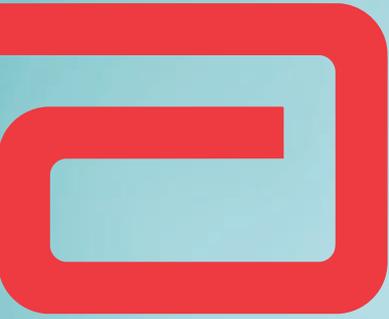
Impression : bialec - Nancy  
95, boulevard d'Austrasie  
CS 10423 - 54001 Nancy cedex  
Commission paritaire : 0116 T 81115  
ISSN : 1242-0018  
Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 2013



Cahier 4 #205  
Septembre 2013

## Sommaire

<b>Éditorial</b> C. Albou-Ganem	<b>3</b>
<b>Intérêt de la pachymétrie à cohérence optique peropératoire chez les patients opérés de Lasik</b> J.-L. Febbraro, A. Grise-Dulac, A. Saad, D. Gatinel	<b>7</b>
<b>Chirurgie réfractive intrastromale de la myopie par ReLEx-SMILE : résultats à 6 mois</b> J.-F. Faure	<b>10</b>
<b>L'induction d'une asphéricité cornéenne augmente-t-elle la profondeur de champ de l'hypermétrope presbyte ?</b> B. Leray, P. Artal, F. Malecaze	<b>12</b>
<b>Nouveau lentille intracornéen pour la correction de la presbytie</b> B. Cochener	<b>15</b>
<b>Analyse comparative de trois modalités de CXL</b> D. Touboul, D. Smadja, A. Beele, A. Robinet, J. et L. Tellouk, F. Malet, J. Colin <sup>+</sup>	<b>19</b>
<b>Apports du laser femtoseconde dans la chirurgie de la cataracte</b> C. Burillon, J. Fleury, H. Janin-Magnificat, M. Poli	<b>22</b>
<b>Pertinence et performances des injecteurs préchargés en 2013</b> T. Amzallag	<b>25</b>
<b>Implantation diffractive avec les nouveaux implants bifocaux et trifocaux</b> P. Bouchut	<b>29</b>
<b>Étude Safir 2010 sur la multifocalité chez l'enfant : actualisation des résultats en 2013</b> L. Lesueur, T. Amzallag, J.-L. Arné, J. Colin <sup>+</sup> , F. Malecaze, B. Mortemousque, P. Rozot, M. Weiser	<b>32</b>
<b>Analyse architecturale <i>in vivo</i> des incisions cornéennes découpées au laser femtoseconde en chirurgie de femtocataracte</b> L. Trinh, S. Dupond-Monod, A. Denoyer, F. Auclin, V. Villette, K. Barak, B. Dupas, C. Baudouin	<b>35</b>



# La gamme de LIO TECNIS® :

Des performances et des résultats prouvés.  
Une tranquillité d'esprit inestimable.



## T E C N I S®

GAMME DE LIO

Les informations contenues dans ce document sont destinées aux professionnels de santé. Les implants de la gamme Tecnis® (lentilles intraoculaires de chambre postérieure, monoblocs) sont des dispositifs médicaux de classe IIb. Mandataire : AMO Ireland. Organisme notifié : Dekra N°0344. La notice de chaque produit contient les informations indispensables pour un bon usage du produit. Les instructions qui y figurent doivent être consultées attentivement.



Préchargée Multifocale torique Multifocale Torique Monofocale

AMO France SAS • Greenside 15 • 750 Avenue de Roumanille • 06410 BIOT • France

TECNIS est une marque déposée par ou sous licence des Laboratoires Abbott, de leurs subdivisions ou de leurs filiales.  
©2012 Abbott Medical Optics Inc. 2012.11.26-CT6037-FRN 1212AMOPM023

 **Abbott**  
A Promise for Life

# Intérêt de la pachymétrie à cohérence optique peropératoire chez les patients opérés de Lasik



→ **J.-L. FEBBRARO,**  
**A. GRISE-DULAC,**  
**A. SAAD, D. GATINEL**  
 Fondation Adolphe  
 de Rothschild, PARIS.

Ces dernières années ont été marquées par l'utilisation croissante du laser femtoseconde dans la chirurgie réfractive [1]. Ce nouveau scalpel est désormais considéré comme instrument de référence pour la réalisation du volet en Lasik [2]. Les lasers récents offrent un taux de répétition élevé, des énergies moindres et des bulles de cavitation de taille réduite. Ces progrès

technologiques ont permis une découpe lamellaire plus rapide et un clivage plus aisé. Cependant, la précision et la reproductibilité de la découpe demeurent des priorités essentielles pour garantir la sécurité per- et postopératoire. En effet, une découpe plus fine que prévue ou trop fine peut induire des lambeaux irréguliers, des plis ou des déplacements postopératoires du volet. À l'opposé, une

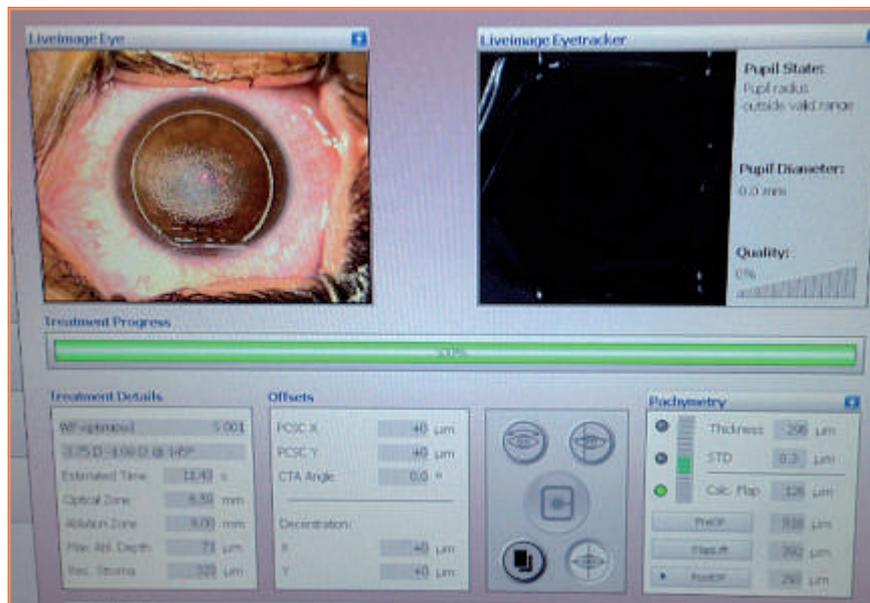
découpe trop profonde réduit l'épaisseur du mur stromal postérieur et peut favoriser l'apparition d'ectasie cornéenne à moyen ou long terme [3, 4]. Le calcul de l'épaisseur du capot peut s'effectuer en pré- et postopératoire avec une pachymétrie ultrasonique, un topographe cornéen ou un OCT. Les mesures tomographiques ont prouvé la supériorité du laser femtoseconde sur les microkératomes en termes de prédictibilité et de régularité de découpe [5]. Le calcul de l'épaisseur du capot en peropératoire est désormais possible grâce à l'intégration de la pachymétrie à cohérence optique (OCP) sur la plateforme du laser excimer (**fig. 1**).

## Objectif de l'étude

L'objectif de notre étude était d'évaluer en peropératoire l'épaisseur cornéenne centrale et celle du capot chez des patients opérés de Lasik.

## 1. Matériels et méthodes

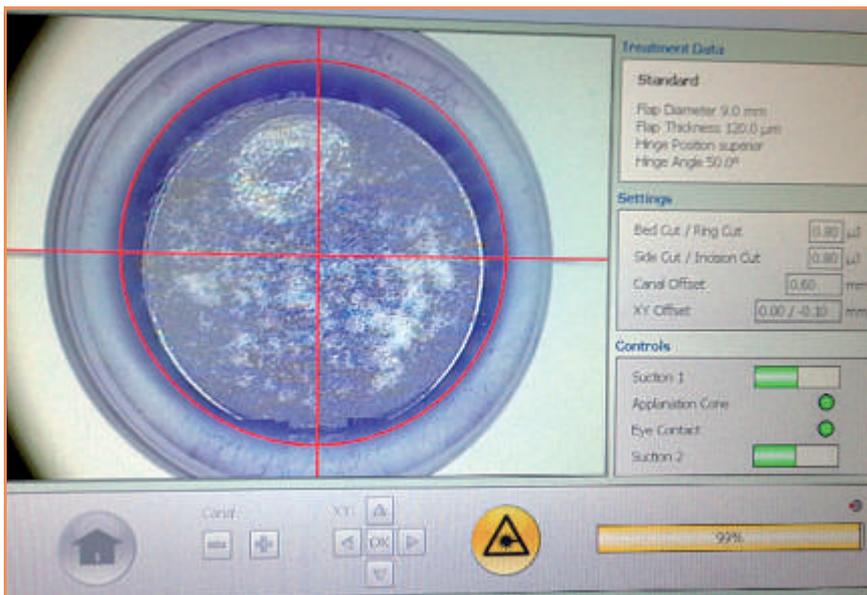
L'étude prospective portait sur 66 yeux (49 myopes et 17 hypermétropes) opérés par femtolasik avec la suite Wavelight Alcon (**fig. 2**). Cette plateforme est composée d'un laser femtoseconde FS200 pour la découpe lamellaire et d'un laser excimer EX500 pour la photo-



**FIG. 1 :** Écran du laser excimer EX500. Les mesures pachymétriques s'affichent en temps réel sur l'écran en bas à droite (*thickness*). Elles peuvent être réalisées avant ou après la soulevement du capot et la photoablation.



**FIG. 2 :** Suite réfractive Wavelight Alcon. Elle comprend une unité laser femtoseconde FS200 (à gauche) et un laser excimer EX500 (à droite). Le lit du patient pivote entre les deux lasers au cours du Lasik.



**FIG. 3 :** Écran du laser excimer FS200. L'affichage comprend les valeurs d'énergie et notamment le diamètre et l'épaisseur du capot. Il permet également de suivre la découpe de la lamelle en temps réel.

ablation. Le laser femtoseconde a un taux de répétition de 200 kHz (le plus rapide sur le marché actuel), une énergie de 0,8 µJ/spot, avec un espacement des spots de 8 µm. Il permet de réaliser des volets cornéens de 9 mm environ en 10 secondes. Chez les patients myopes, la sphère moyenne en préopératoire était de  $-4.53 \pm 1.55$  dioptries,

le cylindre moyen  $-0.56 \pm 0.51$  dioptrie. Chez les patients hypermétropes, la sphère moyenne en préopératoire était de  $+2.56 \pm 0.86$  dioptries et l'astigmatisme moyen  $-1.29 \pm 0.99$  dioptrie. L'épaisseur du capot était programmée à 120 µm dans tous les cas (fig. 3), avec un diamètre de 9,2 mm chez les myopes et 9,5 mm chez les hypermétropes.

Les mesures de l'épaisseur cornéenne centrale étaient réalisées par OCT Visante en pré- et postopératoire à un mois, et par OCP, en peropératoire. Ces dernières correspondaient à la moyenne d'une série de 3 mesures centrales avant le traitement, capot d'abord non soulevé puis soulevé, et après le traitement avant et après repositionnement du capot (fig. 4).

## 2. Résultats

L'épaisseur cornéenne centrale OCP était semblable avant et après traitement chez les hypermétropes ( $549.47 \pm 42,34$  µm versus  $558.53 \pm 32,06$  µm). Elle était, logiquement, significativement plus fine après traitement chez les myopes ( $566.02 \pm 35,96$  µm en préopératoire versus  $488.70 \pm 56,12$  µm en postopératoire). La même mesure réalisée en OCT, un mois après le Lasik, ne différait pas de l'OCP peropératoire ( $490.90 \pm 61,16$  µm).

L'épaisseur moyenne du mur postérieur était de  $430.58 \pm 29,91$  µm chez les hypermétropes et de  $379.89 \pm 48,76$  µm chez les myopes.

L'épaisseur moyenne des capots, en OCP peropératoire, était de  $94.94 \pm 9,47$  µm avant traitement et  $127.94 \pm 22,30$  µm après traitement chez les hypermétropes. Chez les myopes, elle était égale à  $102.51 \pm 11,97$  µm (minimum 75 µm maximum 128 µm) avant la photo-ablation et  $131.26 \pm 13,56$  µm (minimum 79 µm maximum 170 µm) après la photo-ablation. Ces valeurs d'épaisseur de capot avant traitement, obtenues par soustraction, étaient significativement plus fines ( $p < 0,0001$ ) que celles programmées. La différence significative avant après traitement ( $p < 0,0001$ ) peut être liée à l'hydratation du volet pendant la photo-ablation. Par ailleurs, nous n'avons pas retrouvé de corrélations entre l'épaisseur du capot et l'âge des patients, l'équivalent sphérique, la kératométrie et la pachymétrie préopératoires.

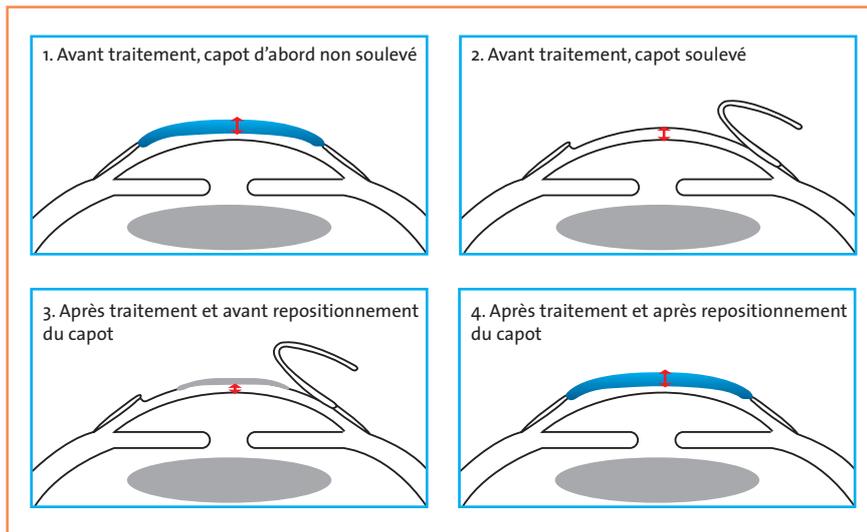


FIG. 4 : Séquence des différentes prises de mesure OCP peropératoire pendant la chirurgie Lasik.

## Discussion

Notre étude a montré que la mesure de l'épaisseur cornéenne centrale réalisée en peropératoire par OCP était possible, avec un temps d'acquisition quasi instantané. Elle a confirmé les impressions subjectives de la plupart des chirurgiens utilisateurs de la plateforme laser, en retrouvant des épaisseurs de capot plus fines que celles programmées, aussi bien chez les myopes que chez les hypermétropes. Les valeurs peropératoires n'étaient pas confirmées par les mesures OCT effectuées un mois après le Lasik. Cependant, ces dernières reposaient sur une prise de mesure subjective, basée sur le positionnement d'un curseur pour identifier la limite du volet, et pas toujours facile à visualiser surtout au centre de la cornée. Les résultats de notre étude diffèrent de ceux des études publiées [6]. Pour Cummings, les épaisseurs de capots mesurées par OCP et Pentacam correspondaient au micron près à celles

programmées ( $120.23 \pm 13.94 \mu\text{m}$ ) [6]. Dans notre étude, les capots étaient plus fins mais la reproductibilité de la découpe identique, comme en témoignent les déviations standard (proche de 10 microns). Ces déviations standard confirment l'excellente reproductibilité de la découpe lamellaire réalisée au laser femtoseconde, même si l'épaisseur moyenne peut varier en fonction des plateformes utilisées. Dans notre série, certains capots ne mesuraient que  $70 \mu\text{m}$ , ce qui pourrait nous inciter à ne pas programmer de capots inférieurs à  $120 \mu\text{m}$  pour garder une distance de sécurité avec la membrane de Bowman. En pratique, et en dépit des données de la littérature parfois discordantes, ces informations peropératoires nous semblent utiles pour le chirurgien pour parfaire la maîtrise de la plateforme laser utilisée. Elles permettent également de mesurer, en temps réel, l'épaisseur du lit stromal résiduel et de régler ainsi la profondeur de l'ablation pour optimiser la sécurité opératoire.

## Conclusion

La pachymétrie à cohérence optique fait désormais partie de la plateforme diagnostique peropératoire en chirurgie réfractive cornéenne. Elle représente une évolution intéressante et permet de mesurer, de façon fiable, les épaisseurs cornéennes centrales, et en particulier, celles du capot et du lit résiduel stromal. Cette technologie vient compléter l'arsenal diagnostique pré- et postopératoire déjà existant. Elle fournit des informations précieuses pour optimiser la précision et la reproductibilité de la découpe lamellaire et mieux cibler la zone de sécurité programmée au niveau du lit postérieur.

## Bibliographie

1. NORDAN LT, SLADE SG, BAKER RN *et al.* Femtosecond laser flap création for laser in situ keratomileusis : six-month follow-up of initial US clinical series. *J Refract Surg*, 2003;191:8-14.
2. KIM P, SUTTON GL, ROOTMAN DS. Applications of femtosecond laser in corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol*, 2011;22:238-244.
3. SEILER T, QUURKE AW. Iatrogenic keratectasia after Lasik in a case of forme fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg*, 1998;24:1007-1009.
4. AMBROSIO R, WILSON SE. Complications of laser in situ keratomileusis : etiology, prevention, and treatment. *J Refract Surg*, 2001;17:350-379.
5. ZHOU Y, TIAN L, WANG N *et al.* Anterior segment optical coherence tomography measurement of LASIK flaps : femtosecond laser versus microkeratome. *J Refract Surg*, 2011;27:408-416.
6. CUMMINGS AB, CUMMINGS BK, KELLY G. Predictability of corneal flap thickness in laser in situ keratomileusis using a 200 kHz femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:378-385.

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

# Chirurgie réfractive intrastromale de la myopie par ReLEx-SMILE : résultats à 6 mois



→ J.-F. FAURE

Espace Nouvelle Vision, PARIS.

## Principe

Le principe du ReLEx-SMILE est de créer un lentille intrastromal cornéen par un laser femtoseconde opérant dans les trois dimensions : le laser utilisé est le laser VisuMax de la société Carl Zeiss Meditec. L'extraction du lentille cornéen crée un profil d'ablation myopique et l'épaisseur centrale du lentille détermine la réfraction myopique à traiter.

## Technique

Le laser passe à travers une lentille posée sur l'œil, qui est maintenu par une légère succion. Le traitement réfractif est centré sur l'axe visuel et progresse durant moins de 30 secondes en quatre étapes (**fig. 1**) :

1. **création de la face postérieure** du lentille sur 6 à 7 mm de diamètre ;
2. **découpe périphérique** du lentille (*Side-Cut*) ;
3. **création de la face antérieure** du lentille jusqu'à son raccord avec le side-cut et débord de celui-ci de 0.8 à 1 mm ;
4. **exécution d'une petite incision cornéenne** de 2,5 à 3 mm qui servira au clivage et à l'extraction du lentille.

Le chirurgien effectue ensuite un clivage manuel des deux faces du lentille en commençant par l'antérieure. La toute dernière étape est l'extraction de celui-ci par la micro-incision (**fig. 2**).

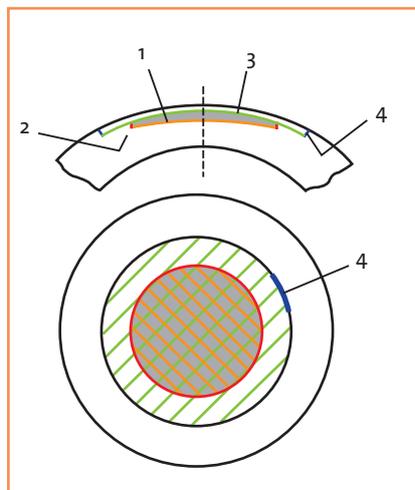


FIG. 1 : Les quatre étapes du traitement réfractif.

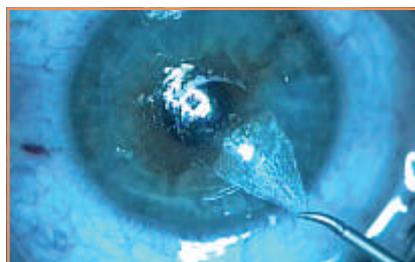


FIG. 2 : Extraction du lentille par micro-incision.

## Résultats

L'étude a porté sur un échantillon de 70 patients (140 yeux), 41 femmes et 29 hommes, âgés de 20 à 42 ans, dont

les interventions ont été pratiquées entre mars 2012 et janvier 2013 [1]. Ils avaient des myopies associées ou non à un astigmatisme, comprises entre -2,25 et -10D, mais sans astigmatisme supérieur à 1,5D. Leurs kératométries allaient de 40,08D à 46,62D et leurs pachymétries étaient comprises entre 508 et 628  $\mu\text{m}$ .

Les résultats de leurs acuités visuelles non corrigées sont à 1 mois : 86 % des patients ont 10/10 ou plus. À 6 mois, 100 % des patients ont 8/10 ou plus et 89 % ont 10/10 ou plus.

Concernant la sécurité de la méthode, à 1 mois : 77 % des patients présentent une conservation ou un gain d'acuité visuelle et, à 6 mois, ce pourcentage passe à 89 %. De plus, la vision s'améliore dans le temps.

À propos de l'efficacité à 3 mois : la sphère équivalente moyenne est  $-0,14 \text{ D} \pm 0,54 \text{ D}$ . Un des points surveillés est l'évaluation de la sécheresse oculaire postopératoire. À 1 mois, 66 % des patients ont arrêté leur supplémentation en larmes artificielles.

L'analyse de l'imagerie de la cornée, en OCT et HRT, permet de constater une préservation des nerfs cornéens, l'aspect ne montrant pas de différence avec celui d'une cornée non opérée.

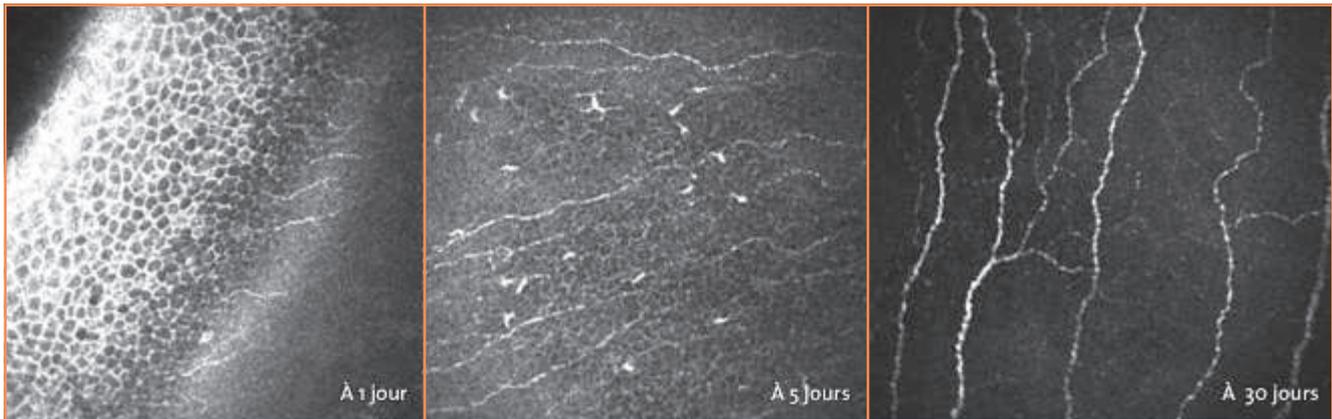


FIG. 3 : Examen des nerfs cornéens à 1, 5 et 30 jours. On note une réduction de la sécheresse oculaire.

### Complications

Au sujet des complications, on peut citer :

- un début d’invasion épithéliale résolue par un simple lavage de l’interface ;
- un défaut de fixation et un lâchage de succion en début de traitement.

Ces deux incidents ont nécessité une reprise chirurgicale en Lasik une semaine après, sans conséquence sur l’acuité visuelle. Il n’a pas été constaté de traitement décentré et aucune fragmentation du lenticule à l’extraction n’a été observée.

### Intérêts et avantages du ReLEx SMILE

Premièrement, cette méthode ne nécessite l’utilisation que d’un seul laser. Ensuite, il n’est pas effectué de volet cor-

néen superficiel. L’incision cornéenne est réduite de plus de 80 % : en Lasik, un volet cornéen de 9 mm de diamètre avec une charnière de 50° nécessite une incision cornéenne d’environ 24 mm alors qu’en ReLEx-SMILE, celle-ci mesure moins de 3 mm. Cette réduction de la taille de l’incision permet de préserver la terminaison nerveuse des nerfs cornéens antérieurs [2] et de ne pas modifier la sensibilité cornéenne, ce qui explique probablement la réduction de la sécheresse oculaire ressentie après un ReLEx-SMILE (fig. 3). Le principe du traitement permet une indépendance du laser femtoseconde, vis-à-vis des conditions extérieures. En effet, la focalisation du laser au sein du stroma cornéen se fait sur un tissu au taux d’hydratation constant et stable. Un autre avantage est que le temps d’émission du laser est identique, quel que soit le degré de myopie à traiter. Enfin, la grande prédictibilité constatée permet d’obtenir

des résultats visuels reproductibles et d’une grande fiabilité.

### Conclusion

À terme, le ReLEx-SMILE devrait être la référence en matière de chirurgie de la myopie. Dans mon activité, je propose désormais un ReLEx-SMILE, en première intention, à tous mes patients myopes candidats à une chirurgie réfractive.

### Bibliographie

1. FAURE JF, TRINH L, BAUDOUIN C. ReLEx: An all femtosecond laser refractive surgery to correct myopia. ESCRS, 2012.
2. REINSTEIN DAN Z. Biomechanics of ReLEx SMILE: A keyhole intrastromal form of keratomileusis. *Eyeworld*, February 2013, vol. 18, n°2.

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

# L'induction d'une asphéricité cornéenne augmente-t-elle la profondeur de champ de l'hypermétrope presbyte ?



→ B. LERAY<sup>1</sup>, P. ARTAL<sup>2</sup>, F. MALECAZE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Service d'Ophtalmologie, CHU Purpan, TOULOUSE.

<sup>2</sup> Laboratorio de Optica, Universidad de Murcia, MURCIA, Espagne.

## Asphéricité et aberration sphérique

L'asphéricité est une variable géométrique (facteur Q) permettant de définir les variations de courbure d'une surface : celle-ci est dite asphérique lorsqu'elle n'épouse pas la forme d'une sphère. Une asphéricité cornéenne importante entraîne un taux important d'aberration de sphéricité : l'aberration sphérique.

Cette dernière est négative lorsque les rayons lumineux périphériques sont

focalisés en arrière de ceux réfractés au centre de la cornée créant les conditions d'une multifocalité. Le front d'onde est ainsi déphasé en son centre et ses bords pour créer une zone centrale de vision de près (myope) et une zone périphérique de vision de loin (emmétrope).

Lors du réflexe de myosis-accommodation-convergence, la réfraction moyenne de l'aire pupillaire devient myopique, ce qui pourrait permettre d'améliorer la profondeur de champ alors qu'en vision de loin, les rayons périphériques emmétropes évitent une dégradation excessive de l'acuité visuelle (fig. 1).

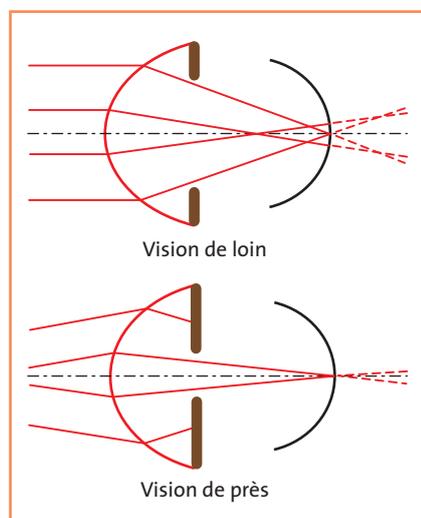


FIG. 1: Focalisation des faisceaux lumineux en vision de loin et en vision de près par une cornée hyperprolata.

## Le presbylasik asphérique

Particulièrement intéressant chez l'hypermétrope qui tolère, en général, moins bien une véritable monovision, il repose sur l'induction d'une hyperprolaticité cornéenne centrale (fig. 2) permettant

d'obtenir un degré élevé d'aberration sphérique négative en modulant l'asphéricité cornéenne. Mais, cette aberration sphérique augmente-t-elle réellement la profondeur de champ ?

### 1. Étude clinique

Soixante et un patients, âgés de 47 à 64 ans et hypermétropes de + 1,25 dioptrie à + 2,50 dioptries, ont été inclus, tous opérés par le même chirurgien entre septembre 2012 et avril 2013 avec un laser excimer Alcon Wavelight 400 Eye-Q.

L'œil dominant a été emmétropisé selon un profil d'ablation standard. L'œil dominé a, quant à lui, été myopisé de 0,75 dioptrie et opéré selon un profil asphérique avec un Q cible de -0,8 et un ΔQ de 1,2 (le Q initial était considéré à 0,3 pour tous les patients).

Les données réfractives, le facteur Q cornéen (Pentacam), la valeur de l'aber-

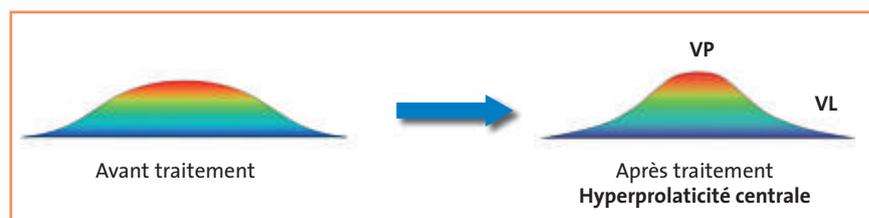


FIG. 2: Modélisation du profil cornéen après une ablation asphérique.

ration sphérique dans les 4,5 mm centraux (Voptica) et les test de vision des contrastes (Vector Vision CVS 1000) et vision binoculaire (Test de Lang) ont été effectués en préopératoire et à 3 mois en postopératoire.

## 2. Résultats

En postopératoire, en vision binoculaire sans correction, 94,1 % des patients présentent une acuité visuelle de loin à 10/10° et 66,7 % une acuité visuelle de près Parinaud 3 ou inférieur.

● **Le profil asphérique entraîne une modification de l'asphéricité cornéenne et de l'aberration sphérique totale de l'œil**

La valeur du facteur Q varie de  $-0,08 \pm 0,20$  en préopératoire pour tous les yeux à  $-0,59 \pm 0,25$  pour l'œil dominant et  $-0,77 \pm 0,29$  pour l'œil dominé.

La valeur de l'aberration sphérique passe de  $0,104 \pm 0,045 \mu\text{m}$  pour l'œil dominant et de  $0,101 \pm 0,066 \mu\text{m}$  pour l'œil dominé en préopératoire à, respectivement,  $0,037 \pm 0,050 \mu\text{m}$  et  $-0,044 \pm 0,061 \mu\text{m}$  en postopératoire.

L'œil dominé opéré selon le profil d'ablation asphérique présente, en postopératoire, une asphéricité cornéenne et une aberration sphérique négative (fig. 3) plus importante que l'œil dominant ( $p < 0,001$ ).

● **Le profil asphérique permet une augmentation de la profondeur de champ**

En préopératoire, pour l'œil dominé, l'addition nécessaire est de  $+0,87 \pm 0,46$  dioptrie en vision intermédiaire et de  $+1,61 \pm 0,42$  dioptrie en vision de près alors qu'elle est, respectivement, de  $+0,37 \pm 0,37$  et  $+0,98 \pm 0,55$  en postopératoire (après correction de la vision de loin), réalisant donc un gain d'addition de 0,55 dioptrie en vision intermédiaire et 0,65 dioptrie en vision de près ( $p < 0,001$ ).

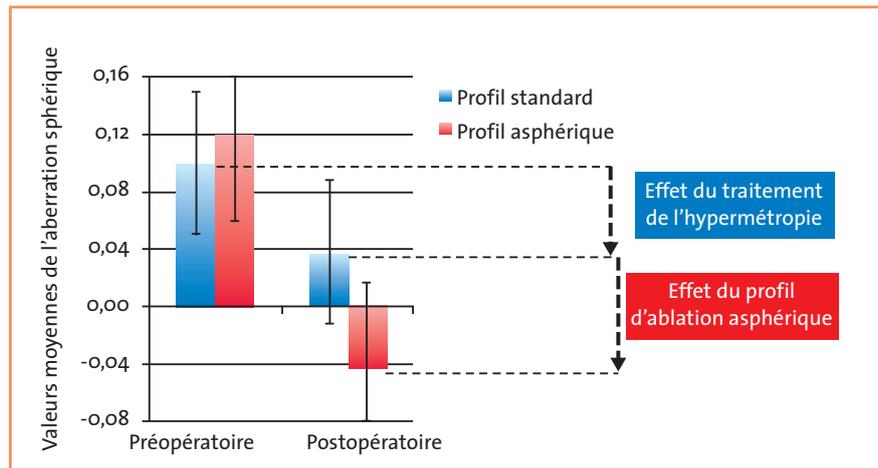


FIG. 3 : Effets des différents profils de traitement sur la valeur de l'aberration sphérique.

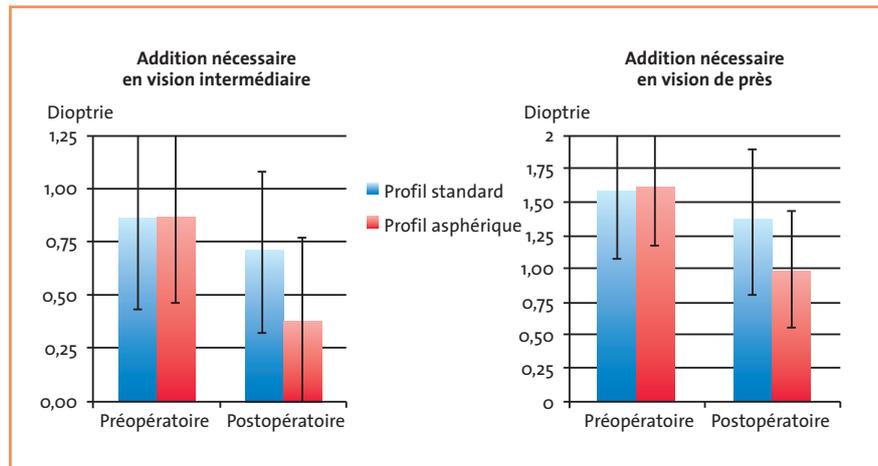


FIG. 4 : Comparaison de l'addition nécessaire en préopératoire et en postopératoire pour l'œil dominé (profil asphérique) versus œil dominant (profil standard).

Si l'on compare l'œil dominé à l'œil controlatéral, le gain d'addition est d'environ 0,40 dioptrie en vision intermédiaire et de près ( $p < 0,001$ ) (fig. 4).

● **La profondeur de champ semble corrélée à la valeur de l'aberration sphérique**

En effet, nos premières analyses de corrélation semblent indiquer que plus la valeur de l'aberration sphérique finale est négative, plus le gain d'addition paraît élevé, ce qui signifie que l'addition nécessaire pour la vision de

près et intermédiaire tend à diminuer ( $p < 0,001$ ).

D'autre part, lorsque l'on rencontre une valeur postopératoire d'aberration sphérique positive ou nulle, il ne semble pas y avoir d'amélioration de la profondeur de champ.

Enfin, il faut noter qu'il existe une importante variabilité interindividuelle de la valeur d'aberration de sphéricité idéale, puisque certains patients présentent un gain en vision de près malgré une valeur

positive et, d'autres, aucune amélioration malgré une valeur négative.

L'utilisation de l'optique adaptative en préopératoire dans la modulation de l'asphéricité pourrait alors permettre de quantifier, de façon personnalisée, le degré d'aberration sphérique à induire pour optimiser la profondeur de champ.

● **La tolérance du profil d'ablation asphérique est excellente**

Aucun œil opéré ne présente une diminution de sa meilleure acuité visuelle corrigée. La vision binoculaire (Test de Lang) n'est pas perturbée par le traitement. La moyenne du score de satisfaction (comprenant des questions sur la qualité de vision et l'indépendance vis-à-vis d'une correction optique) rempli par les patients en postopératoire est de 2,8/3.

Il faut néanmoins noter une diminution significative de la vision des contrastes pour l'œil dominé opéré selon le profil asphérique ( $p < 0,001$ ), probablement causée par la dégradation de la PSF (*Point Spread Function*), mais qui ne gêne pas le patient en vision binoculaire.

● **La prédictibilité du résultat réfractif est moins bonne lorsque l'on programme une ablation asphérique**

La réfraction finale de l'œil dominant se situe à environ 0,33 dioptrie de la réfraction souhaitée; cette valeur

passe à 0,75 dioptrie pour l'œil dominé ( $p < 0,05$ ), ce qui peut parfois remettre en cause l'efficacité de la monovision associée. La prédictibilité du résultat réfractif devra être améliorée par l'analyse statistique de plus grandes séries.

## Conclusion

Le profil d'ablation asphérique réalisé lors d'une procédure de presbylasik permet d'augmenter la profondeur de champ en négativant la valeur de l'aberration sphérique, tout en garantissant un résultat réfractif en vision binoculaire et une tolérance, très satisfaisants.

De nombreuses études, utilisant des protocoles de programmation laser plus ou moins similaires, confirment les bons résultats visuels de cette technique [1-4].

Dans notre étude, la vision de près semble même directement corrélée au taux d'aberration sphérique négative, ce qui pourrait nous pousser dans le futur à augmenter l'asphéricité cornéenne induite (limitée par les performances actuelles des lasers). Ces résultats concordent avec l'étude de Jackson [5].

Cependant, la variabilité interindividuelle importante des résultats constitue un véritable problème, mais pourrait à l'avenir être prédite par l'aberrométrie dynamique préopératoire qui simulerait les conditions d'une valeur choisie d'aberration sphérique (Voptica).

Un traitement asphérique créant une multifocalité optimisée et personnalisée constituerait une stratégie révolutionnaire dans la correction chirurgicale de la presbytie.

## Bibliographie

1. REINSTEIN DZ, ARCHER TJ, GOBBE M. Lasik for Myopic Astigmatism and Presbyopia Using Non-Linear Aspheric Micro-Monovision with the Carl Zeiss Meditec MEL 80 Platform, Thorofare, New Jersey, 1995. *J Refract Surg*, 2011;27:1,23-37.
2. EPSTEIN RL, GURGOS MA. Presbyopia treatment by monocular peripheral presbyLASIK, Thorofare, New Jersey, 1995. *J Refract Surg*, 2009;25:6,516-523.
3. LUGER MHA, EWERING T, ARBA-MOSQUERA S. One-year experience in presbyopia correction with biaspheric multifocal central presbyopia laser in situ keratomileusis. *Cornea*, 2013;32:5,644-652.
4. GORDON M. Presbyopia corrections with the WaveLight Allegretto: 3-month results, Thorofare, New Jersey, 1995. *J Refract Surg*, 2010;26:10,S824-826.
5. JACKSON WB, TUAN KMA, MINTSIOLIS G. Aspheric wavefront-guided LASIK to treat hyperopic presbyopia: 12-month results with the VISX platform, Thorofare, New Jersey, 1995. *J Refract Surg*, 2011;27:7,519-529.

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

# Nouveau lentille intracornéenne pour la correction de la presbytie



→ **B. COCHENER**  
Centre Hospitalier  
Universitaire, BREST.

**A** l'heure où la population mondiale accroît sa longévité, le nombre de patients en quête d'une bonne vision et d'une indépendance de toute correction optique augmente dans les pays industrialisés. Un large pourcentage de cette population est représenté par les emmétropes devenant soudain presbytes, mais aussi par les patients ayant connu le résultat immédiat à 10/10 d'un traitement par Lasik et ne supportant pas le handicap nouveau occasionné par la survenue d'une presbytie. Tous représentent des candidats demandeurs d'un retrait de lunettes, parfois exigeants.

Dans le défi engagé pour la correction de la presbytie, cette cible constitue une importante part de la recherche en chirurgie réfractive. À ce jour, la place prépondérante est occupée par les techniques de "presbylasik" et d'implants pseudophaques multifocaux, plutôt qu'accommodatifs, en raison d'une efficacité insuffisante de ces derniers. Cependant, ces approches sont invasives et, une fois réalisées, ne sont pas aisément réversibles en cas d'insatisfaction ou d'intolérance du patient.

De nouvelles approches, telles que les inlays (lenticules intracornéennes), apparaissent être une option d'intérêt, capables d'offrir le compromis d'une

restauration de la capacité de lecture de près du patient sans trop pénaliser la vision de loin.

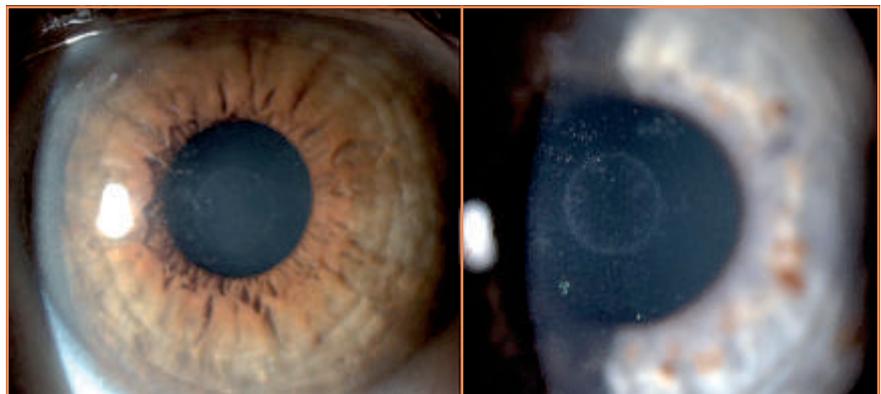
## **[ L'inlay Raindrop asphérique**

Parmi les inlays existants, le dernier-né est le lentille Raindrop (ReVision Optics, Lake Forest, CA, USA), qui a donné lieu à une évaluation internationale sous la forme d'un essai clinique de la FDA et d'une étude européenne baptisée EuroKLEAR, dans laquelle notre centre de Brest fut investigateur. Évoquons, en premier lieu, les caractéristiques spécifiques de cet inlay ayant retenu notre attention.

### **1. Caractéristiques de l'inlay Raindrop**

#### **● Son matériau**

Il est constitué d'une nouvelle génération de polymères synthétiques (poly-sulfone perfluoropolyether) qui est un hydrogel de forte porosité et d'indice de réfraction proche de la cornée, favorisant une biocompatibilité au sein du stroma dans lequel il est glissé sous un volet de 150 microns. Par ailleurs, d'un diamètre de 2 mm et d'une épaisseur de 30 microns, il est totalement transparent et est, de ce fait, invisible pour le patient et sans obstacle pour l'examen des structures oculaires après implantation (**fig. 1 et 2**). Sa réversibilité fonctionnelle et



**FIG. 1 ET 2 :** Inlay Raindrop : aspect en lampe à fente (pastille d'aphéricité centrale à 150 microns de profondeur stromale).

anatomique représente également un facteur d'importance. Depuis le début de son évaluation, il y a quatre ans, le mode d'implantation s'est beaucoup affiné, permettant de contourner le principal obstacle que représentait la difficulté de sa manipulation. La cartouche astucieuse proposée aujourd'hui assure une délivrance contrôlée et plus rapide. Le dessin d'un dispositif préchargé est en cours avec l'objectif final d'un positionnement dans une poche stromale.

### • Son concept

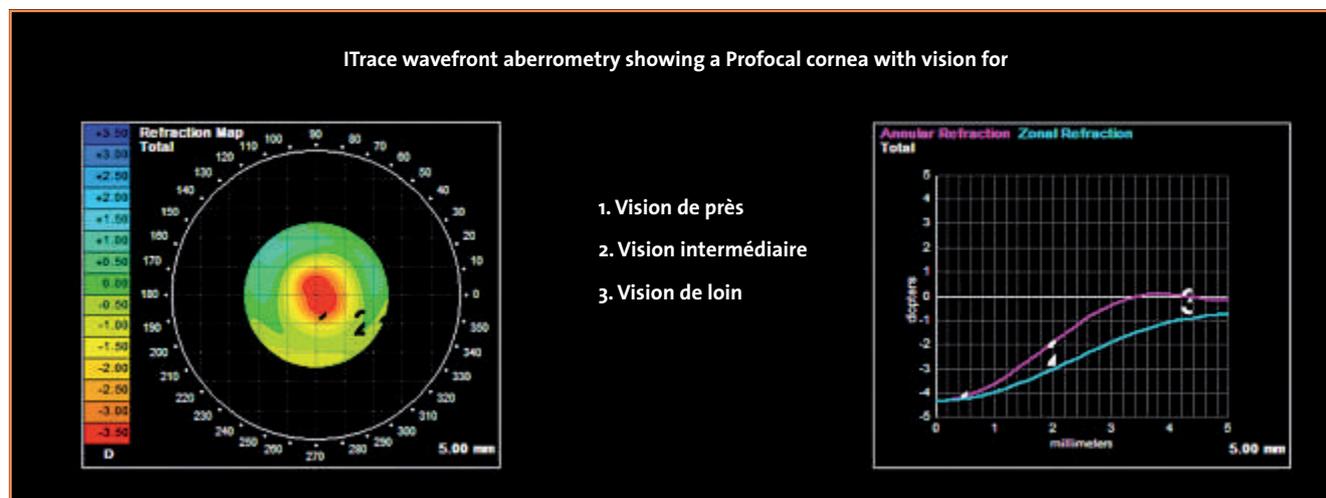
Cet inlay n'a aucune puissance réfractive : il agit en induisant un changement de forme de la cornée qui devient, par remodelage épithélial, prolate en son centre. Par cette modification de l'asphéricité, une zone de lecture de près est ainsi créée. Le changement gradué de courbures vers la périphérie élabore une zone de vision intermédiaire et à distance (**fig. 3**). Il est implanté, actuellement, seulement sur l'œil dominé non directeur. Cependant, cette procédure ne peut être qualifiée véritablement de monovision, dans la mesure où l'œil implanté ne reçoit pas de traitement réfractif. En vérité, une petite myopisation est de règle induite (comme tout concept basé sur une modula-

tion de l'asphéricité), expliquant que l'œil opéré gagne en vision de près au prix d'une baisse discrète de la vision de loin (de une à deux lignes). De par la transparence de la lentille et de son mode d'action, cet inlay est moins sensible au décentrement que le concept basé sur le trou sténopéique ou sur un lentille bifocal, et son positionnement n'exige pas d'équipement sophistiqué supplémentaire. De plus, localisé à une profondeur de 150 microns, il autorise un traitement combiné d'une amétropie si les critères anatomiques (en régularité, épaisseur et biomécanique) sont vérifiés. Bien sûr, comme pour toute chirurgie lamellaire, un maintien de l'interface claire et dénuée de débris est crucial au bon résultat visuel.

### 2. Les résultats de l'étude EuroKLEAR

Nous rapportons ici les données issues de l'étude EuroKLEAR qui fut conduite, en multicentrique européen, sur 30 patients dont 10 furent opérés à Brest. Avec deux ans de recul, les résultats semblent très satisfaisants avec une meilleure acuité visuelle corrigée de 20/20 et meilleure vision pour les deux yeux (l'œil non dominant étant celui implanté). Les performances visuelles furent évaluées en termes de vision de

loin (4 m), intermédiaire (80 cm) et près (40 cm), ainsi qu'en qualité de vision, avec le recueil de la symptomatologie fonctionnelle et du taux de satisfaction des patients. Ces derniers étaient âgés de 44 à 65 ans avec une moyenne de 53,7 ans et un équivalent sphérique proche de l'emmétropie +0.36 D (de -0.25 D à +1.10 D). Leur besoin en correction de près était de 1.77 D (de 1.5 D à 2.25 D). En postopératoire, il semble habituel d'observer une discrète myopisation induite par la présence de l'inlay intrastromal ; aussi, le meilleur candidat est le petit hypermétrope (aux alentours de +0,75 D). À environ une semaine après l'intervention, 80 % des patients accèdent à Jaeger 2 sans correction sur l'œil implanté et 100 % sont à Jaeger 3. Cette optimisation de la vision de près se fait au prix d'une petite baisse de la vision de loin de 1 à 2 lignes. Il est à noter, cependant, que cette diminution est inférieure à celle induite par une monovision. En revanche, en termes de vision binoculaire, les résultats se trouvent optimisés avec un maintien de l'acuité visuelle à 20/20 et un recouvrement d'une capacité de lecture de près sans lunettes ; ceci avec une favorable stabilité à 2 ans. Cette récupération, de règle, s'effectue rapidement, ayant fait naître l'expression du



**FIG 3 :** Principe d'action du lentille asphérique.

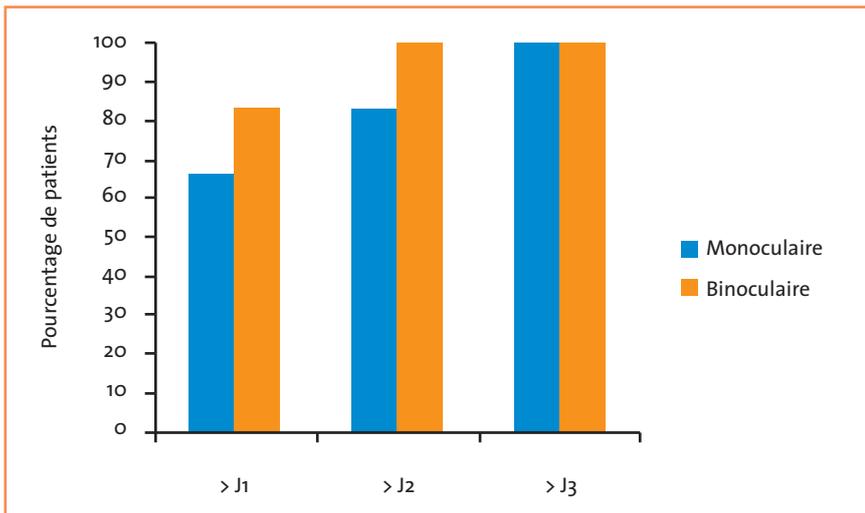


FIG 4 : Acuité visuelle non corrigée de près, après implantation.

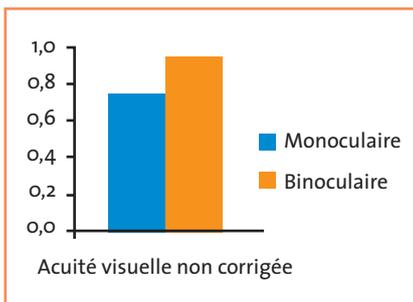


FIG 5 : Acuité visuelle non corrigée de loin, après implantation.

“WOW” facteur à l’issue de l’étude américaine FDA aux résultats prometteurs. Ainsi, parmi la population des emmétropes ayant reçu un Raindrop, deux ans auparavant, 90 % ont conservé 20/20 en vision de près et 98 % 20/25 avec une stabilité correcte de la vision de loin (fig. 4 et 5).

#### ● Option d’intérêt à considérer

L’option d’un traitement combiné d’un Lasik correcteur d’une amétropie, associé à la mise en place d’un inlay sur l’œil non directeur (“concurrent Lasik”), suppose la pratique d’un volet de 150 microns et l’existence d’une presbytie débutante, avec cristallin clair. Une

série importante, réalisée à Mexico, est en faveur de la prédictibilité et de l’efficacité de cette stratégie qui laisse entrevoir une extension possible des indications.

Comme pour toute chirurgie réfractive et, en particulier, dans le domaine de

la compensation de la presbytie, il est important d’évaluer le retentissement sur la qualité de vision qui s’exprime en premier lieu par la symptomatologie fonctionnelle. La vérification de la surface oculaire est importante dans une opération qui modifie l’asphéricité cornéenne à un âge où la qualité du film lacrymal est fréquemment modifiée. Il ne faudra pas hésiter à renforcer le traitement lubrifiant, voire il sera intéressant de proposer la mise en place de bouchons lacrymaux afin de ralentir l’évacuation des larmes. Toutefois, il n’a pas été rapporté, jusqu’à présent, de syndrome sec invalidant, induit après la mise en place de ce lentille. Durant le premier mois postopératoire, moins de 10 % des patients se plaignent de discret inconfort à type de halo, éblouissement, vision brouillée ou fluctuante et, exceptionnellement, de diplopie (fig. 6). Ces symptômes semblent spontanément se résoudre avec le temps et, probablement, avec la neuro-adaptation face aux nouvelles conditions de vision binoculaire. Nous avons cependant noté que concernant les patients qui consacrent

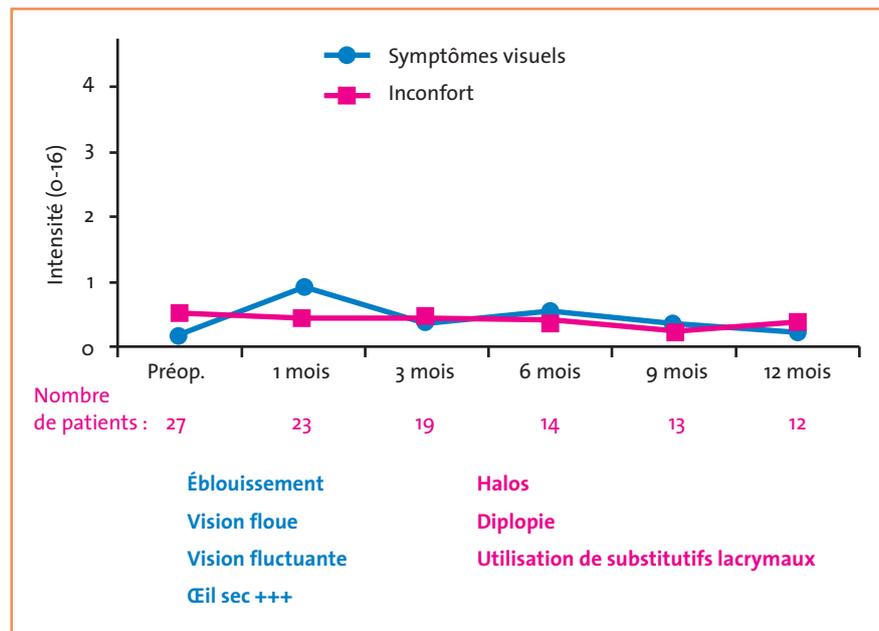


FIG 6 : Symptomatologie fonctionnelle, après implantation.

beaucoup de temps sur l'écran d'ordinateur, un besoin de lunettes de confort à cette distance intermédiaire peut être parfois requis.

### ● Taux de satisfaction des patients

En termes de taux de satisfaction des patients aux trois distances élémentaires (près, intermédiaire et à distance) évalué sur une échelle subjective graduée de 1 (peu satisfait) à 5, l'ensemble des scores furent favorablement mesurés à 4 ou plus.

Plus précisément, à un an de la chirurgie : 67 % des patients se sont déclarés "complètement satisfaits", 25 % "très satisfaits", et 8 % seulement "un peu satisfaits". En revanche, aucun ne s'est considéré complètement insatisfait et non prêt à refaire l'opération.

Il est certain que la clé du succès en matière de chirurgie de la presbytie – qui a la prétention de règle de compenser la perte d'accommodation et non de redonner l'œil de ses 20 ans – est de s'assurer d'une bonne sélection des candidats et de leur information exhaustive, en insistant sur les limites et en modérant les attentes du patient. Cette stratégie des inlays, quel que soit le concept, demeure encore une fois un compromis qui ne fonctionne qu'en vision binoculaire.

### 3. Innocuité de la procédure

La biotolérance d'un inlay demeure la question prioritaire. Car, au-delà de l'accomplissement de l'objectif visuel, il est crucial de vérifier la parfaite inertie du matériau au sein de la cornée et le maintien de la transparence de cette dernière au long cours.

Durant l'approche pilote, basée sur un système de délivrance fastidieux, furent décrits des cas de haze et de débris fibrineux de l'interface. Une évaluation en microscopie spéculaire a démontré que cette réponse cornéenne était essentiellement due à ces dépôts de l'interface, source d'une inflammation accrue de la réponse au stress chirurgical. Une amélioration du dispositif d'implantation et une codification du traitement anti-inflammatoire postopératoire (sous la forme d'un mois de Dexafree, suivi de 2 mois de fluorométholone à doses dégressives) ont permis de mieux contrôler cet effet indésirable. Par ailleurs, la relative et faible incidence du syndrome peut être, au moins, en partie expliquée par la finesse du volet des 150 microns (contre en moyenne 200 microns pour les autres modèles d'inlays), et par l'ajout d'un traitement lubrifiant préventif postopératoire.

### Pourquoi choisir un inlay pour la correction de la presbytie ?

Sans nul doute, la possibilité de proposer à un jeune presbyte, de surcroît présentant une excellente vision de loin non corrigée, une stratégie thérapeutique réversible est séduisante. Comparée aux autres méthodes de corrections de la presbytie, celle-ci – bien que concernant également l'axe visuel – paraît moins invasive que la méthode du Presbylasik retirant du tissu cornéen ou de l'Intracor au femtoseconde posant un problème de centrage et de difficulté de retraitement si besoin. Elle permet, de plus, de respecter un cristallin encore clair en différenciant l'heure des implants intra-oculaires multifocaux.

Parmi les inlays disponibles, le Raindrop possède plusieurs atouts :

- sa transparence et sa finesse ;
- son action sur la modulation de l'asphéricité, moins dépendante du centrage et sans matériel sophistiqué requis ;
- la nature de son matériau dont la haute hydrophilie se rapproche des caractéristiques de la cornée et devrait en favoriser la tolérance ;
- ajoutons, enfin, la profondeur de 150 microns où est placé le lenticule, rendant possible la combinaison à la correction d'une amétropie.

Avec quatre ans de recul, les résultats collectés dans le monde (étude FDA USA, sud-américaine et européenne) sont encourageants en termes de performances visuelles offertes, mais également de sécurité cornéenne. Bien sûr, "longer follow-up and larger series are required...", nous invite à considérer ce produit avec intérêt et vigilance.

### Bibliographie

1. BARRAGAN GARZA E *et al.* One year safety and efficacy results of a hydrogel inlay to improve near vision on patients with emmetropic presbyopia. *J Refract Surg*, 2013;29:166-172.
2. KNOWLES WF *et al.* Effect of intralaminar plastic membranes on corneal physiology. *Am J Ophthalmol*, 1961;51:274-284.
3. DOHLMAN C *et al.* Synthetic polymers in corneal surgery: O-Glyceryl methacrylate. *Arch Ophthalmol*, 1967;77:252-257.
4. MC DONALD MB *et al.* Assessment of the long term corneal response to hydrogel intrastromal lenses implanted in monkey eyes for up to five years. *J Cataract Refract Surg*, 1993;19:213-222.
5. STEINERT RF *et al.* Hydrogel intracorneal lenses in aphakic eyes. *Arch Ophthalmol*, 1996;114:135-141.

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

# Analyse comparative de trois modalités de CXL



→ **D. TOUBOUL,**  
**D. SMADJA, A. BEELE,**  
**A. ROBINET,**  
**J. et L. TELLOUK,**  
**F. MALET, J. COLIN\***  
Service d'Ophtalmologie,  
CHU Pellegrin, BORDEAUX.

**L**e Corneal Collagen Cross-Linking (CXL) est devenu, en une dizaine d'années, la référence pour le traitement du kératocône évolutif. La procédure est actuellement en pleine mutation et tend vers deux optimums :  
– le raccourcissement du temps de la procédure ;  
– et la conservation de l'épithélium cornéen.

Ces deux évolutions doivent, bien sûr, s'accompagner, en premier lieu, d'un gain de sécurité et, secondairement – si possible – d'un gain d'efficacité.

La modification non raisonnée de certains paramètres du protocole de CXL initial (protocole de Dresde) expose cependant à des effets tardifs moins favorables car la principale problématique du CXL reste le monitoring de son efficacité.

## À propos de l'efficacité du CXL

>>> **D'un point de vue physiopathologique**, le CXL est censé durcir la cornée antérieure et limiter le glissement des lamelles de collagène responsable de l'amincissement et de l'ectasie d'une cornée génétiquement prédisposée. Il n'existe pas, à ce jour, d'outil commercial ayant prouvé son efficacité pour suivre et titrer l'effet du CXL *in vivo*. Ainsi, les bases de l'efficacité du CXL ont été démontrées *in vitro* en réalisant des tests d'élongation de lamelles cornéennes.

>>> **D'un point de vue fonctionnel**, le CXL doit limiter l'aggravation des symptômes visuels du patient et le seul argument validant les tests réalisés *in vitro* est l'absence d'aggravation de la topographie cornéenne, après CXL, pour des patients initialement progressifs. De ce point de vue, le doute sur l'efficacité du CXL persiste encore, car l'efficacité *in vivo* peinant à être démontrée, les détracteurs de la technique peuvent toujours rétorquer que lorsque l'épithélium est enlevé, la topographie peut être favorablement améliorée lors de la repousse, que le kératocône n'évolue pas linéairement et que le simple conseil de ne plus frotter les yeux, délivré au moment du CXL, suffit à ralentir un bon nombre de patients.

>>> Du côté **des études cliniques**, les biais sont nombreux, et les études assez fragiles sur le plan méthodologique, en raison même du caractère multi-biais du suivi des patients porteurs de kératocône, dont l'âge, le stade de sévérité, l'équipement visuel, le statut allergique. Le recueil des données est très souvent différent.

Quoi qu'il en soit, un large faisceau d'arguments théoriques, physiopathologiques et descriptifs sont, à présent, en faveur de l'efficacité du CXL. Les modalités les plus optimales, faisant l'objet de notre communication à la Safir 2013, restent cependant à découvrir.

## Étude comparative

### 1. Méthodes

Lors d'une étude intermédiaire, certaines modalités du CXL Trans-épithélial (T-CXL) et du CXL Accéléré (A-CXL) ont été comparées à la cohorte historique de CXL Conventionnel (C-CXL) réalisée au Centre de référence national du kératocône de Bordeaux (**tableau 1**).

>>> Le critère de jugement principal fut la variation de la kératométrie maximale centrale Kmax (préopératoire – postopératoire) mesurée par topographie spéculaire (TMS-4 ; Tomey).

>>> Les critères d'inclusion furent : tout patient ayant bénéficié d'un CXL avec plus de 6 mois de recul, d'une topographie préopératoire et postopératoire (la plus récente) de bonne qualité, après retrait suffisant d'éventuelles lentilles rigides et n'ayant pas subi d'autres traitements cornéens dans l'intervalle de l'étude.

>>> Les critères d'évolutivité du Kmax furent : aggravation = variation > + 1D ;

Protocoles	C-CXL	T-CXL	A-CXL
Épithélium	Off	On	Off
Riboflavines	Ricrolin	Ricrolin TE	Vibex
Machines	SOOFT	SOOFT	AVEDRO
Temps RIBO	20 min	20 min	10 min
Temps UVA	30 min	30 min	3 min
Irradiance	3 mW/cm <sup>2</sup>	3 mW/cm <sup>2</sup>	30 mW/cm <sup>2</sup>
UV-A Dose	5,4 J/cm <sup>2</sup>	5,4 J/cm <sup>2</sup>	5,4 J/cm <sup>2</sup>
Durée totale CXL	50 min	50 min	13 min

TABLEAU I : Différents protocoles de CXL.

tion très affirmée en OCT ni d'apoptose des kératocytes en MC. Autrement dit, la formulation de la riboflavine TE ne passe pas suffisamment l'épithélium et, donc, ne donne qu'une efficacité minimale ou pour le moins hétérogène. Augmenter la porosité de l'épithélium par des agents toxiques ou par l'application d'une force électrique (iontophorèse) pourrait changer la donne (fig. 2).

>>> Concernant le A-CXL, le temps d'imprégnation est bien plus court ainsi

régression = variation > -1D; stabilité = variation comprise entre ± 1D.

## 2. Résultats

Le **tableau II** résume les principaux résultats de cette étude intermédiaire. Nous avons pu comptabiliser, selon nos critères :

- 87 C-CXL (suivi moyen 21 mois) ;
- 59 A-CXL (suivi moyen 10 mois) ;
- 30 T-CXL (suivi moyen 15 mois).

La **figure 1** montre la distribution des patients en fonction de leur niveau d'évolutivité. Le taux de régression est optimal avec le C-CXL, très limité avec le T-CXL. Le taux d'aggravation est minimal avec le C-CXL, et maximal avec le T-CXL. Les taux de régression et d'aggravation du A-CXL sont proches, mais inférieurs au C-CXL.

## Discussion

Cette étude préliminaire présente des limites évidentes et nécessitera des perfectionnements. Cependant, les tendances qui s'en dégagent s'accordent bien avec un certain nombre de constatations postopératoires préalablement observées en microscopie confocale (MC) et en OCT [1].

>>> Il est logique de ne pas avoir de grande efficacité avec le T-CXL, puisqu'il n'a pas été observé de ligne de démarca-

p < 0,05	C-CXL	A-CXL	T-CXL
N/176 yeux	87	59	30
Suivi moyen (mois)	21,31	10,20	15,87
Âge moyen	21,74	22,03	23,13
Kmax moyen	51,67	51,31	50,69
Cyl moyen	5,45	5,47	5,15
Delta moyen Kmax (D)	-0,64	-0,13	0,36
Delta moyen Astigm (D)	-0,40	-0,34	0,23

TABLEAU II : Efficacité kératométrique des différents CXL.

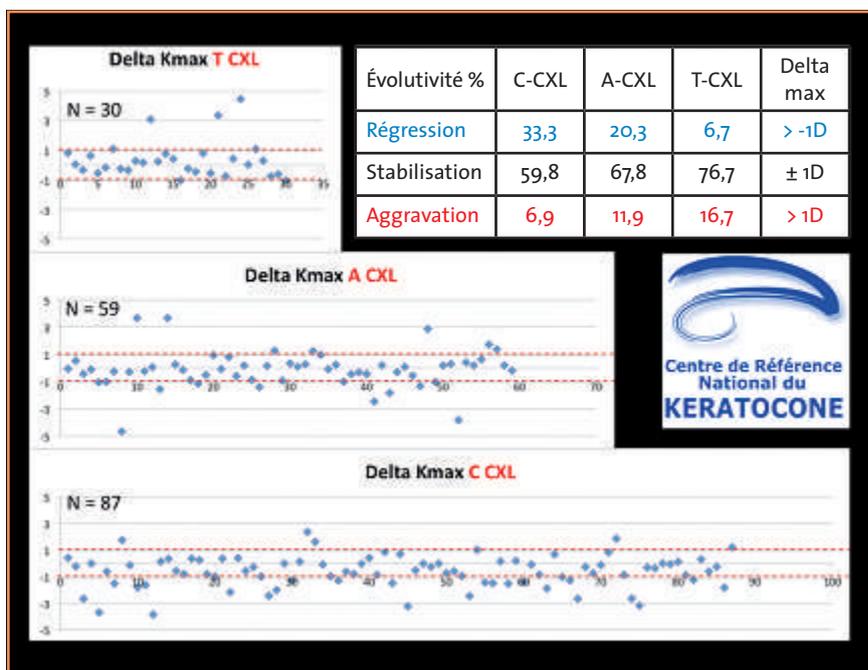
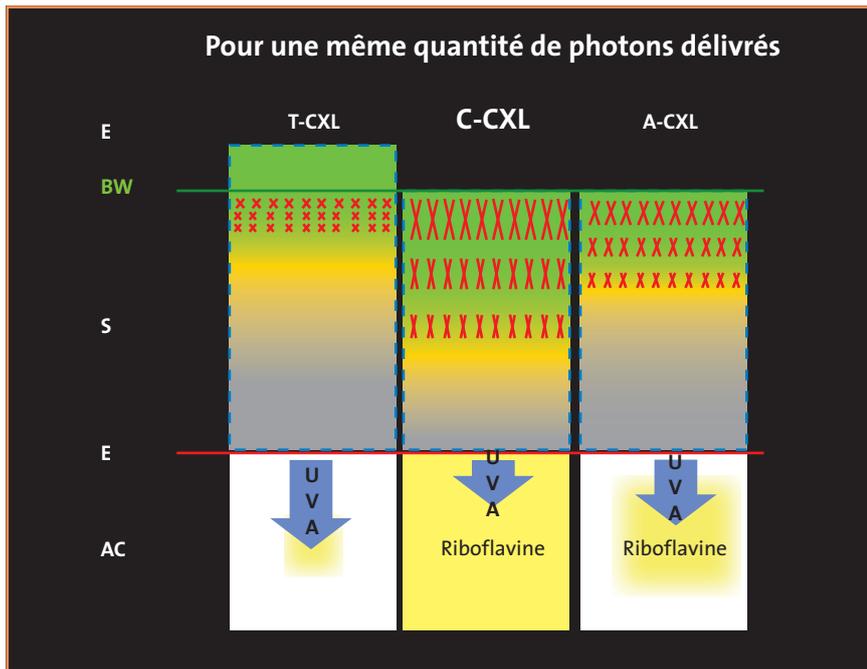


FIG. 1 : Régression, stabilité ou évolutivité kératométrique des différents CXL.



**FIG. 2 :** Comparaison schématique des différents protocoles de CXL.

que le temps de traitement, limitant considérablement le temps global de diffusion de la riboflavine. Il n'est donc pas illogique de retrouver un effet plus confiné aux lamelles antérieures en MC et en OCT. L'efficacité intermédiaire de l'A-CXL en termes de variation du  $K_{max}$  pourrait s'expliquer de la sorte. Il semble évident que l'augmentation du temps d'imprégnation ou l'usage d'une riboflavine plus diffusible pourrait aligner l'efficacité de la procédure de l'A-CXL avec celle du C-CXL (fig. 2).

### Conclusion

La procédure du CXL n'est pas encore figée, l'évaluation des nouvelles approches visant à sécuriser et à raccourcir la procédure est difficile en raison de la multiplicité des paramètres variables, du délai nécessaire pour l'évaluation et de l'absence de monitoring *in vivo* du CXL. Il est cependant fort à parier que dans un avenir assez proche, nous trouverons un moyen de quantifier et, probablement, de customiser le CXL tout en

gardant l'épithélium du patient, garant d'une sécurité quasi absolue.

Des études sont en cours pour dissocier la dureté de la pression oculaire, principal obstacle à la mesure de variations fines d'élasticité induites par le CXL. Des systèmes pour homogénéiser la pénétration trans-épithéliale de la riboflavine et mesurer celle-ci en préopératoire sont aussi en cours de développement. Enfin, le CXL différentiel, répartissant la dose de photons en fonction de la forme topo/tomographique du kératocône, est aussi sur le point d'arriver.

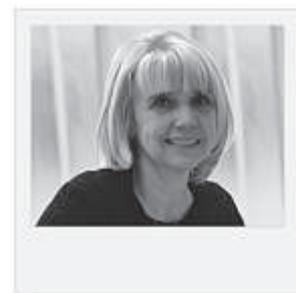
On comprend bien que la science du CXL n'a pas fini de faire couler de l'encre et que le domaine de la biomécanique cornéenne est désormais une dimension à part entière de notre belle spécialité.

### Bibliographie

1. TOUBOUL D, EFRON N, SMADJA D *et al.* Corneal confocal microscopy following conventional, transepithelial, and accelerated corneal collagen cross-linking procedures for keratoconus. *J Refract Surg*, 2012;28:769-776.

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

# Apports du laser femtoseconde dans la chirurgie de la cataracte



→ C. BURILLON,  
J. FLEURY,  
H. JANIN-MAGNIFICAT,  
M. POLI,  
Hôpital Edouard-Herriot, LYON.

**L**e laser femtoseconde, qui joue le rôle de bistouri-laser, est présent dans les laboratoires de biophysique et est utilisé pour des chirurgies extra-ophtalmologiques depuis plusieurs années. C'est un laser infrarouge (1030 nanomètres), impulsif et amplifié. Son action disruptive lui permet de fendre ou de cliver la cornée et son utilisation en chirurgie réfractive et cornéenne est devenue courante, en France, depuis 2005. Cet appareil bénéficie de l'agrément de la *Food and Drug Administration* (FDA, "Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux"), depuis décembre 1999, et du marquage CE, depuis mars 2004.

Le clivage créé par les bulles de cavitation produites par l'effet photodisrupteur se produit à l'endroit de la focalisation du laser, c'est-à-dire qu'il peut avoir lieu après passage du laser au travers de tissus qu'il va respecter, à l'intérieur d'un œil par exemple. Les premières phases de développement ont montré une supériorité en termes de précision et d'efficacité sur la réalisation du capsulorhexis dans la chirurgie de la cataracte. La technologie du laser femtoseconde va alors être utilisée dans la phaco-exérèse, avec l'aide d'un OCT qui, en peropératoire, permettra une acquisition en temps réel des repères anatomiques nécessaires pour le guidage du faisceau laser. L'agrément FDA d'un premier laser pour la chirurgie de la cataracte est obtenu en 2009 et c'est le départ d'un nouveau challenge pour le laser femtoseconde et pour nous tous, les chirurgiens de l'avenir [1, 2].

Cependant, la phaco-exérèse par ultrasons est une technique bien codifiée et donne de très bons résultats. Le but de

cette étude est de réaliser la comparaison entre une technique de chirurgie de la cataracte classique avec phacoémulsificateur et une technique associant l'utilisation d'un laser femtoseconde à un phacoémulsificateur.

## Matériel et méthodes

### 1. Plateforme VICTUS

La plateforme VICTUS de Bausch et Lomb (**fig. 1**) comprend une cavité laser où sont générés les pulses femtosecondes, un système de délivrance qui guide le rayonnement laser et dont l'extrémité correspond à l'interface de l'œil du patient, et un système de visualisation du segment antérieur assuré par un OCT qui permet de réaliser en temps réel des coupes anatomiques intéressant la cornée, le cristallin (faces antérieure et postérieure) et la chambre antérieure, avec visualisation sur écran de contrôle. Le diamètre des coupes OCT est de 13 mm et l'extension en profondeur de 9 mm. Ceci permet de réaliser la découpe de la capsule antérieure (capsulorhexis) et la fragmentation du noyau cristallin en respectant la capsule postérieure.

Un lit rotatif permet d'amener le patient sous le système de délivrance du laser femtoseconde, puis de rediriger le patient sous le microscope opératoire, permettant la poursuite de la phacoémulsification avec implantation. Le patient ne change pas de lit entre les deux étapes.

Le matériel consommable comprend un anneau de succion et une interface

à usage unique, adaptable sur le cône du laser, qui présente la caractéristique d'être sphérique: elle permet ainsi de réduire les distorsions au niveau cornéen (ce n'est pas une applanation qui peut créer des plis cornéens) et d'accroître la précision de la délivrance des spots. Compte tenu que cette incurvation épouse parfaitement la forme de la cornée, l'augmentation de la pression intraoculaire est faible (de l'ordre de 35 mmHg). Un système intelligent de capteurs des pressions assure le bon positionnement, parfaitement centré et maintenu de façon homogène sur 360° (**fig. 2**).



**FIG. 1:** Plateforme VICTUS. Photo fournie par le laboratoire Bausch et Lomb Technolas.



**FIG. 2 :** Cône s'adaptant sur l'extrémité du laser (à gauche) et anneau se plaçant sur le limbe pour immobiliser l'œil : pas de déformation cornéenne au cours du "docking" (au centre). Montage total du "docking" du VICTUS (à droite). Photos fournies par le laboratoire Bausch et Lomb Technolas.

L'OCT dessine sur l'écran la pupille, les capsules antérieure et postérieure dans 2 axes perpendiculaires.

Le laser découpe alors la capsule antérieure selon une forme et un diamètre définis par le chirurgien.

Pour l'étape de la fragmentation du noyau, il existe différents patterns qui seront choisis en fonction de la préférence du chirurgien et du grade de la cataracte : *ring cuts*, *radial cuts*, *quadrant cuts*. On peut les associer, après un peu d'expérience, selon le niveau de nucléo-fragmentation souhaité. Un espace de 800 µm en avant de la capsule postérieure et en arrière de la capsule antérieure est toujours respecté. Le noyau n'est jamais complètement ouvert et il faut poursuivre la fragmentation à l'aide du phacoémulsificateur, sauf pour des noyaux très mous.

Dans la même salle opératoire, le laser femtoseconde est contigu du phacoémulsificateur INFINITI d'Alcon que nous avons utilisé dans cette étude.

Ainsi, le patient est tout d'abord installé sous le laser femtoseconde, et une fois l'anneau de succion en place sur l'œil anesthésié, l'OCT permet d'affiner la programmation du traitement. Sont réalisés successivement le capsulorhexis, puis la nucléo-fragmentation. Le lit est alors tourné de 90° afin que le chirurgien puisse poursuivre et terminer la chirurgie de la cataracte (incisions, ablation de la capsule découpée, hydrodissection,

phaco et implantation) sous le microscope opératoire.

## 2. Étude lyonnaise

L'appareil VICTUS nous a été prêté pendant 15 jours, en novembre 2012.

Nous avons inclus les patients opérés de cataracte de façon bilatérale à 8 et à 15 jours d'intervalle. Un œil avait parfois déjà été opéré en phacoémulsification simple. Nous avons opéré alors le second avec le couple laser femtoseconde et phacoémulsification. Dans d'autres cas, c'est le premier œil qui a été opéré avec le couple laser femtoseconde et phacoémulsification. Et le deuxième sera opéré avec un phacoémulsificateur de façon isolée la semaine suivante. Les patients étaient tous informés et consentants.

Dix-sept yeux consécutifs de patients opérés de façon bilatérale ont pu être inclus. La chirurgie a eu lieu chaque fois sous anesthésie topique. Il n'y a eu aucune préparation différente entre les deux groupes chirurgicaux, phacoémulsification simple ou couple femto + phaco. Les patients présentant des problèmes de dilatation préalable à la chirurgie ou des cristallins blancs ou bruns (cataracte évoluée) ont été éliminés de l'inclusion.

Nous avons évalué les résultats en comparant les deux groupes chirurgicaux sur :

- le vécu du patient ;
- le déroulement chirurgical ;
- les résultats visuels ;
- les résultats anatomiques.

Ces résultats ont été collectés 3 mois, puis 6 mois après la chirurgie bilatérale.

## [ Résultats

Cinq hommes et 12 femmes ont été inclus. L'âge moyen était de 69 ans. Deux patients avaient été opérés de chirurgie réfractive, kératotomie radiaire en 1989 pour une et Lasik en 2004 pour un autre. Onze implants multifocaux ont été mis en place (de façon bilatérale, 1 implant multifocal torique et 5 implants emmétropisants). L'implant a toujours été identique dans les deux yeux d'un même patient, donc dans les deux groupes de chirurgie.

### 1. Vécu du patient

Tous les patients ont été impressionnés par la technique du laser femtoseconde et ont manifesté un désagrément en relation avec le *docking*, c'est-à-dire la mise en place de l'anneau de succion sur le globe. Mais, aucune douleur vraie n'est décrite.

Tous les patients ont préféré la technique de phacoémulsification isolée, mais ils ont tous compris l'intérêt des essais du laser femtoseconde et les avantages de reproductibilité que le chirurgien leur a détaillés avant la chirurgie.

Il faut noter l'existence de 3 patients présentant une photophobie sur l'œil opéré par femto + phaco, importante 8 jours après, ayant diminué mais toujours présente 3 mois après, puis ayant disparu chez 2 patients sur 3, à 6 mois.

### 2. Déroulement chirurgical

Le temps opératoire a toujours été plus long avec l'utilisation du laser femtoseconde. Le temps opératoire est en moyenne de 28 mn vs 16 mn, avec seulement le phacoémulsificateur. Si l'on détaille les étapes, le traitement au laser ne dure que 30 secondes, mais la procédure totale sous cône du laser femtoseconde atteint les 5 mn. La deuxième

partie est plus longue lorsqu'on commence, mais diminue vite en temps dès que l'on acquiert un peu d'expérience.

Les incisions de 1,8 et 1,2 mm sont faites avec un couteau calibré. Le laser femtoseconde VICTUS peut les réaliser maintenant au cours d'une procédure classique. L'ablation de la capsule prédécoupée est aisée, si on l'attrape et la soulève par son centre. L'hydrodissection doit être prudente car les bulles de cavitation sont parfois piégées à l'arrière du noyau, en avant de la capsule postérieure. L'arrivée de liquide sous pression chasse le gaz vers la partie antérieure, parfois en arrière de la cornée. Si la pression du liquide injecté est trop puissante, le gaz peut créer une brèche dans la capsule. Aucune complication capsulaire n'a eu lieu dans notre série.

Le phacoémulsificateur permet d'enlever le cortex en avant des incisions intranucléaires, puis de craquer les différents morceaux avant de les aspirer. Ce temps est parfois très rapide si la nucléo-fragmentation est mixte (radiaire et annulaire). Le temps d'ultrasons est toujours réduit (en moyenne de 50 %) dans la procédure femto + phaco.

## 2. Résultats visuels

Ils n'ont que peu d'intérêts :  $\pm 0,5D$  de l'emmétropie dans les deux techniques. Sur les 17 patients, 10 sont à  $\pm 0,25D$  avec la procédure femto + phaco. Mais ce n'est pas significatif. On note un astigmatisme de + 1D résiduelle sur un œil opéré en phaco vs +0,25 sur femto + phaco, chez le patient porteur d'implants multifocaux toriques, sachant que son astigmatisme préopératoire était de 4,5D.

## 3. Résultats anatomiques

### ● Le capsulorhexis

>>> Avec le femtoseconde, le capsulorhexis mesure en peropératoire : 6 mm. Puis, il s'élargit à 6,25 mm, dès la fin de la chirurgie, pour rester stable à 3 mois. Il

est régulier dans les 17 cas. On note 1 cas excentré. Avec la découpe à la pince, le rhexis est irrégulier, ovale, excentré dans 8 cas sur 17. Sa taille est variable de 5,5 à 6,5 mm. On imagine que cette meilleure qualité du capsulorhexis, dont la réalisation devient standardisée, aura un rôle sur le positionnement de l'implant, évitera le tilt de certains implants, permettra d'optimiser les résultats des implants réfractifs, multifocaux et toriques [3].

>>> La microscopie spéculaire n'a mis en évidence aucune différence de perte cellulaire endothéliale. Mais, la série est trop petite pour que cela soit significatif.

## Conclusion

L'utilisation d'un laser femtoseconde dans la chirurgie de la cataracte est le prochain challenge de cette intervention qui tend à devenir parfaite et reproductible.

L'utilisation de la plateforme VICTUS qui permet aujourd'hui la réalisation des incisions cornéennes, présente des avantages non négligeables : le système de *docking* est original avec une interface patient en deux pièces et un contact sphérique sur la cornée, un contrôle de la pression appliquée sur l'œil réalisée systématiquement, et il y a la possibilité de se servir de la même plateforme pour la chirurgie réfractive cornéenne.

La technique de phacoémulsification devra être adaptée, mais la courbe d'apprentissage est très douce [4]. Malgré les difficultés liées à l'agencement du laser dans la salle d'opération, et bien que des améliorations organisationnelles soient encore nécessaires, il est évident que cette nouvelle technologie représente l'avenir de la chirurgie de la cataracte.

Le coût, très élevé, constitue cependant un frein à son développement, obstacle qui pourrait être contourné par un regroupement au sein des régions des différentes structures privées et publiques.

Dans une époque où les chirurgies vont répondre à un mode de gestion para-industriel, le coût élevé placera le laser femtoseconde en tant qu'indicateur direct du niveau qualitatif et quantitatif que visent les chirurgiens performants en chirurgie de la cataracte [5].

La technologie laser a toujours exercé un pouvoir de fascination rassurante contrairement au caractère menaçant que pouvait donner l'image de la découpe par un couteau. Cette notion est à l'origine du concept de la cataracte "tout laser" (après le Lasik tout laser) prôné par les services marketing des industriels et dont le but est de donner à cette chirurgie une image médiatique plus attractive.

Ainsi, la sécurité et la reproductibilité apportées par l'utilisation du laser femtoseconde dans la chirurgie de la cataracte rassurera le patient, lui apportant des résultats inespérés, et confortera le chirurgien dans son acquisition calculée généralement partagée, qui lui assurera un avenir prometteur.

## Bibliographie

1. NAGY Z., TAKACS A., FILKORN T *et al.* Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery. *J Refract Surg.* 2009;25:1053-1060.
2. HE L, SHEEHY K, CULBERTSON W. Femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2011;22:43-52.
3. BALI SJ, HODGE C, LAWLESS M *et al.* Early experience with the femtosecond laser for cataract surgery. *Ophthalmology.* 2012;119:891-899.
4. NAGY Z, KRANITZ K, TABACS A *et al.* Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J Refract Surg.* 2011;27:564-569.
5. UY HS, EDWARDS K, CURTIS N. Femtosecond phacoemulsification: the business and the medicine. *Curr Opin Ophthalmol.* 2012;23:33-39.

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

# Pertinence et performances des injecteurs préchargés en 2013



→ T. AMZALLAG  
Institut Ophtalmique,  
SOMAIN.

**D**e nouveaux modèles d'injecteurs préchargés ont été commercialisés en 2012 et 2013 utilisant des concepts très différents pour surmonter les écueils techniques du préchargement et améliorer les performances, en particulier concernant l'aptitude à la micro-incision. La France est un des pays d'Europe où les injecteurs préchargés sont les plus utilisés.

Le préchargement constitue la forme ultime et l'évolution logique de l'implantation des lentilles intraoculaires (LIO) dans la mesure où il supprime les manipulations de l'implant par le chirurgien. Elle représente, sous des formes variées, une automatisation partielle de la procédure allant dans le sens de l'évolution des techniques en chirurgie de la cataracte.

Il n'existe pas actuellement de définition unanime du préchargement: nous retiendrons donc l'absence de manipulation LIO par le chirurgien. Nous sommes actuellement assez éloignés de l'idéal "push and go", mais nous nous en approchons pour certains produits.

Nous avons évalué chirurgicalement la plupart des injecteurs préchargés, commercialisés (et disponibles) en 2012-2013 sur le marché européen, et compatibles avec des micro-incisions: Acrysert (ALCON), Isert 250 (HOYA), Artis PL (CRISTALENS), HPI (AAREN SCIENTIFIC), EYE cee NZ 1 (CROMAPHARMA), ITec (ABBOTT MEDICAL OPTICS), KSSP (STAAR),

Exige 1 (OPHTA FRANCE), Bluemix 180 (ZEISS), Micro 123 (PHYSIOL), Genium micro (LCA), Accuject (MEDICEL AG).

Nous avons réalisé de 5 à 500 injections par modèle. Les injections ont été filmées pour en évaluer la fiabilité et la reproductibilité. La taille des incisions a été mesurée avant et après injection. À l'issue de cette évaluation, nous proposons une classification destinée à permettre un choix éclairé par le chirurgien:

1. Classification en fonction du concept;
2. Classification en fonction du matériau de la LIO;
3. Classification en fonction du nombre d'étapes de mise en œuvre;
4. Classification en fonction de la taille d'incision de départ compatible.

## Pertinence des injecteurs préchargés

La pertinence des injecteurs préchargés est liée à leurs avantages qui sont nombreux et *a priori* évidents. Logiquement, toutes les injections devraient être préchargées et réalisées par des micro-incisions en 2013. Se pose la question de la relative lenteur de leur généralisation.

### >>> Les avantages

- **La fiabilité mécanique:** le système d'injection se substitue partiellement au chirurgien, réduisant les inévitables approximations sur de grandes séries d'injections. Cela permet de limiter les dommages à l'injecteur ou à la LIO lors

des injections. La fiabilité a, récemment, énormément progressé et les échecs d'injections sont devenus exceptionnels si les instructions sont respectées.

- **La sécurité microbiologique:** l'absence de manipulation de LIO par le chirurgien ou l'aide opératoire et la limitation des manœuvres de chargement et de préparation permettent de délivrer un implant stérile et intact dans le sac capsulaire. Bien qu'actuellement non démontré, cela est susceptible de réduire les contaminations intraoculaires.

- **La reproductibilité:** les erreurs de manipulations sont limitées par une automatisation plus ou moins poussée. Les procédures se suivent et se ressemblent, permettant de systématiser la technique d'injection et réduisant les aléas.

- **La rapidité:** la plupart des manœuvres sont supprimées et si l'injecteur est préparé par l'assistant (voire même sans assistant pour certains), le gain de temps est très significatif.

- **La facilité de mise en œuvre:** elle ne nécessite théoriquement que peu de pédagogie avant utilisation, même s'il faut respecter les instructions et visionner la vidéo avant toute première procédure. Le préchargement a ses règles comme toute technique.

### >>> Les facteurs limitants la généralisation de l'injection préchargée

- **Les aspects économiques :** les injecteurs préchargés représentent un surcoût pour les compagnies, tant pour leur développement que pour leur fabrication. Il faut remplacer tous les injecteurs actuellement utilisés.

- **Les innombrables brevets** rendent difficile la mise au point de solutions simples nécessitant peu de manœuvres. Les meilleures idées se répartissent entre les différentes compagnies.

- **La fiabilité mécanique,** lors du pliage et de l'injection de la LIO, a beaucoup progressé, mais l'utilisation de pièces plastiques et le stockage simultané de la lentille et de l'injecteur rendent beaucoup plus délicate l'obtention d'une reproductibilité constante. Certains modèles sont un peu moins reproductibles.

- **La capacité de glissement des cartouches** constitue un enjeu majeur de l'injection et, plus particulièrement, en ce qui concerne le préchargement et la micro-incision. Des travaux ont été réalisés dans ce domaine afin d'améliorer les capacités de glissement en conservant une fiabilité au moins comparable.

- **Réduire la taille d'incision** constituait jusque récemment un écueil à la généralisation des injecteurs préchargés dans la mesure où la taille d'incision de référence en chirurgie de la cataracte est aujourd'hui comprise entre 1,8 et 2,2 mm, plus proche de 2,2 mm. Les nouveaux injecteurs répondent pour la grande majorité d'entre eux à ces impératifs.

- **La sécurité microbiologique :** des syndromes toxiques du segment antérieur (TASS) ont été rapportés principalement avec des LIO en acrylique hydrophile mais également (plus rarement) en acrylique hydrophobe. La plupart des injecteurs ne sont pas concernés. Certains ont été retirés du marché.

### Performances des injecteurs préchargés

Afin de répondre au mieux au cahier des charges (fiabilité, sécurité, reproductibilité, rapidité, facilité de mise en œuvre, taille d'incision réduite), les différentes compagnies ont proposé leurs propres solutions qui comportent des avantages et des inconvénients. Après avoir évalué les différents injecteurs, nous proposons plusieurs classifications destinées à faciliter le choix des chirurgiens.

#### 1. Classification en fonction de la conception de l'injecteur

Nous distinguons les injecteurs dont les pistons plient et poussent la LIO en un seul temps de ceux qui nécessitent un pliage préalable par le chirurgien.

- **Injecteurs pliant et poussant l'implant en une seule étape**

Acrysert C (ALCON); EYE Cee NZ1 (CROMAPHARMA); Micro 123 (PHYSIOL); Genium (LCA); iTec (AMO); KSSP (STAAR).

Le chargement se fait à plat, le poussoir est plus rigide. Ces injecteurs sont bien adaptés aux implants avec des anses en C. Ils limitent le nombre de manœuvres nécessaires à l'injection (car le piston plie et pousse). En revanche, ils sont rarement compatibles avec des tailles d'incision inférieures à 2,2 mm du fait du volume et de la rigidité de l'embout de piston.

- **Injecteurs nécessitant une étape de pliage préalable à l'action de pousser**

Isert (HOYA); Bluemixs (ZEISS); Accject PRO (MEDICEL AG); Artis PL (CRISTALENS); HPI (AAREN SCIENTIFIC).

Le chargement est en général latéral, le poussoir comporte une extrémité souple et ces injecteurs sont bien adaptés aux implants 4 anses. C'est le chirurgien qui effectue le pliage de la LIO et non le piston. Cela rajoute une étape supplémen-

taire, qui permet par ailleurs de réaliser des injections en dessous de 2,2 mm, allant jusqu'à 1,8 mm à la berge.

#### 2. Classification en fonction du matériau de la LIO

Il faut distinguer les matériaux en acrylique hydrophobe de ceux à base d'acrylique hydrophile. Ces deux types de matériau posent des problèmes techniques différents [1, 2]. Concernant les LIO à base d'acrylique hydrophile, l'implant doit être stérilisé en même temps que la cartouche. La plupart des cartouches sont fabriquées en polypropylène et contiennent un agent glissant (*blooming agent*) qui apparaît à la surface de la cartouche après stérilisation. Cet agent présente l'inconvénient de se déposer visiblement sur la surface de la LIO (transfert d'agent glissant). Ces cartouches sont habituellement stérilisées à l'oxyde d'éthylène, si elles sont stérilisées seules. Si elles sont associées à des LIO faites en matériau acrylique hydrophile, elles doivent l'être à la vapeur comme la LIO. Il existe alors un risque de relargage des monomères glycérides ou de l'agent glissant dans le liquide de conservation, susceptibles d'être captés (et conservés) par le matériau hydrophile. Récemment, de nouveaux matériaux de cartouche et des traitements de surface ont été utilisés pour contourner ces écueils et réduire la taille des incisions.

- **Injecteurs préchargés destinés aux LIO faites en acrylique hydrophobe (fig. 1)**

Acrysert (ALCON); Isert 250 (HOYA); Artis PL (CRISTALENS); HPI (AAREN SCIENTIFIC); EYE Cee NZ 1 (CROMAPHARMA); iTec (ABBOTT MEDICAL OPTICS); KSSP (STAAR); Exige 1 (FRANCE LENS); Accject (MEDICEL AG).

- **Injecteurs préchargés destinés aux LIO faites d'acrylique hydrophile (fig. 2)**

Bluemixs 180 (ZEISS); Micro 123 (PHYSIOL); Genium micro (LCA); Accject (MEDICEL AG).



**FIG. 1 :** Injecteurs préchargés destinés à des lentilles intraoculaires acryliques hydrophobes : Acrysert C (Alcon) ; iTec (AMO) ; Isert 250 (Hoya) ; Artis PL (Cristalens).

### 3. Classification en fonction du nombre de manœuvres nécessaires à l'injection

Comme nous l'avons vu, les concepts d'injecteurs préchargés varient énormément d'un modèle à l'autre en fonction du matériau de la LIO et des impératifs industriels. Bien qu'ils puissent tous être qualifiés de préchargés, le nombre d'étapes nécessaires à leur mise en œuvre peut varier énormément de l'un à l'autre (de 3 à 6) (**tableau 1**).

Certaines étapes sont communes :

- déblocage de la LIO par rapport à sa position de stockage (*Pull*) ;
- remplissage de la chambre de chargement par un produit viscoélastique (*Fill*) ;
- poussée du piston pour l'injection en un ou plusieurs temps (*Push* et/ou *Screw* en fonction des technologies).

Certaines étapes sont propres à certains concepts :

- pliage de la LIO par le chirurgien (*Fold*) : Concernant les injecteurs destinés aux LIO acryliques hydrophiles, la plupart des compagnies préconisent une étape de lavage de la chambre de chargement avec du BSS avant injection de la substance viscoélastique afin de rincer d'éventuelles substances contenues dans le liquide de conservation. C'est également le cas de certains injecteurs destinés aux LIO en acrylique hydrophobe (plus rares). Le lavage est alors le plus souvent destiné à limiter les phénomènes d'adhésion du matériau hydrophobe lors de l'injection.
  - lavage (*Wash*) :
- Enfin, certaines étapes sont spécifiques à certains concepts, en particulier destinés aux matériaux acryliques hydrophiles.

#### Liste des injecteurs classés en fonction du nombre d'étapes

##### Injecteurs nécessitant 3 étapes

- Acrysert C (Alcon), hydrophobe : *Fill, Pull, Push* (**fig. 3**) ;
- Genium Micro (LCA), hydrophile : *Wash, Fill, Push* ;
- KSSP (Croma), hydrophobe : *Pull, Fill, Push*.

##### Injecteurs nécessitant 4 étapes

- iSert 250 et 251 (Hoya), hydrophobe : *Fill, Pull, Fold, Push* ;
- Tecnis iTEC (AMO), hydrophobe : *Fill, Pull, Push, Screw* ;
- Micro AY 123, hydrophile : *Plug, Wash, Fill, Push*.

##### Injecteurs nécessitant 5 étapes

- ARTIS PL (Cristalens), hydrophobe : *Pull, Wash, Fill, Fold, Push* ;
- Accuject (Medicel AG), hydrophobe : *Pull, Wash, Fill, Fold, Push* ;
- HPI (AAREN Scientific) : *Pull, Wash, Fill, Fold, Push*.

##### Injecteurs nécessitant 6 étapes

- Bluemixs 180 (Zeiss), hydrophile : *Plug, Wash, Fill, Pull, Fold, Push* (**fig. 4**).

**TABLEAU 1 :** Liste des injecteurs classés en fonction du nombre d'étapes.

- adaptation de la cartouche sur le corps de l'injecteur (*Plug*) : certains injecteurs peuvent être utilisés sans substance viscoélastique, mais il s'agit rarement d'une préconisation du fabricant.

### 4. Classification en fonction de la taille d'incision initiale

Les injecteurs préchargés récents ont énormément progressé en termes de tailles d'incisions et la plupart des pro-



**FIG. 2 :** Micro 123 (Physiol) ; Genium micro (LCA) ; Bluemixs 180 (Zeiss).



FIG. 3 : Acrysert C (Alcon) acrylique hydrophobe. **A** : Fill, **B** : Pull, **C** : Push.

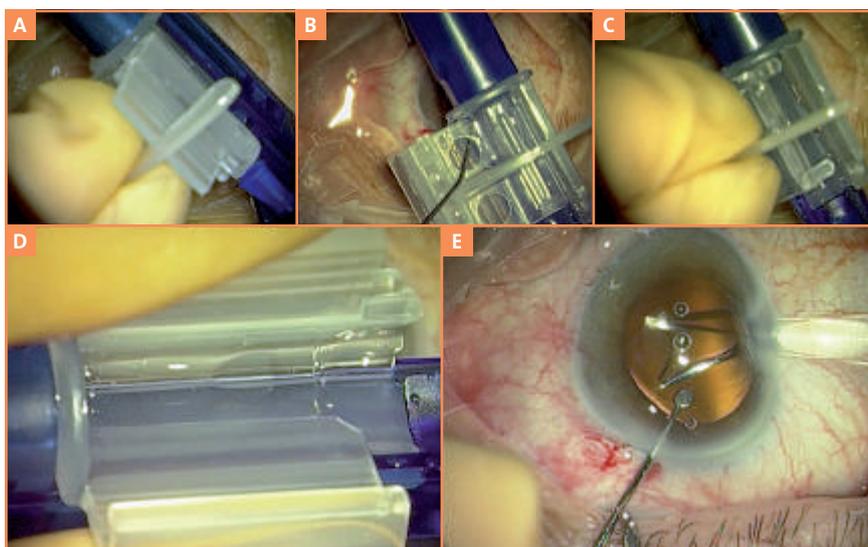


FIG. 4 : Bluemix 180 (Zeiss) acrylique hydrophile. **A** : Plug, **B** : Fill, **C** : Pull, **D** : Fold, **E** : Push.

duits apparus récemment sont compatibles avec des incisions comprises entre 1,8 et 2,2 mm. Certains, avec le biseau dans l'incision, d'autres, à la berge. Nous avons tenu compte d'un élargissement de la taille d'incision, inférieur ou égal à 0,2 mm, de la fiabilité et de la reproductibilité des procédures (*tableau II*).

## Conclusion

Le nombre d'injecteurs préchargés a énormément augmenté en 2013. Il faut distinguer les problématiques liées aux injecteurs destinés aux LIO

en acrylique hydrophile et hydrophobe. Le nombre d'étapes nécessaires à leur mise en œuvre varie de 3 à 6. Le nombre d'injecteurs compatibles avec des incisions de 2,2 mm est devenu important, tandis que le nombre d'injecteurs compatibles avec des incisions inférieures à 2 mm reste limité. Les performances et la fiabilité des injecteurs préchargés se sont très nettement améliorées en 2013. Cela est susceptible de favoriser leur généralisation qui semble souhaitable.

L'auteur a déclaré les conflits d'intérêts suivant: Alcon France: consultant; Zeiss Meditec: consultant investigateur.

### Liste des injecteur classés en fonction de la taille d'incision

#### Injecteurs compatibles avec des incisions de 1,8 mm à la berge (1,8 OUT)

**Acrylique hydrophile :**  
– Bluemix 180 (Zeiss).

#### Injecteurs compatibles avec des incisions de 2,2 mm biseau dans l'incision (2,2 IN)

**Acryliques hydrophobes :**  
– Artis PL (Cristalens);  
– Isert 250 (Hoya);  
– HPI (AAREN Scientific);  
– iTec (Abott Medical Optics);  
– KSSP (Croma, Nidek).

**Acryliques hydrophiles :**  
– Micro 123 (Physiol).

#### Injecteurs compatibles avec des incisions de 2,2 mm à la berge (2,2 OUT)

**Acrylique Hydrophobe :**  
– Acrysert (Alcon)

#### Injecteurs compatibles avec des incisions > 2,2 mm à la berge (> 2,2 mm IN)

**Acrylique Hydrophobe 3 pièces :**  
– EYE cee NZ 1 (Cromapharma).  
**Acryliques hydrophiles :**  
– Genium micro (LCA).

**TABLEAU II :** Injecteurs compatibles avec des incisions > 2,2 mm IN (cartouche dans la chambre antérieure).

## Bibliographie

1. AMZALLAG T. IOL implantation techniques, in minimizing incisions and maximizing outcomes in cataract surgery J. Alio, Fine, H., Editor, 2010, Springer Berlin Heidelberg, p. 220-234.
2. AMZALLAG T, PYNSON J. Lens biomaterials for cataract surgery. *J Fr Ophthalmol*, 2007,30:757-767.

# Implantation diffractive avec les nouveaux implants bifocaux et trifocaux



→ P. BOUCHUT  
Clinique Thiers, BORDEAUX.

**L**a chirurgie cristallinienne atteint aujourd'hui une prédictibilité et une efficacité réfractives considérables. Si les patients requérant une chirurgie réfractive l'ont compris et plébiscité depuis longtemps, la démarche d'une telle prise en charge en chirurgie de la cataracte s'approche, quant à elle, lentement de ce nouveau standard. La généralisation et la maîtrise des mini- et micro-incisions inférieures à 2 mm est une aide précieuse dans ce développement grâce à un contrôle particulièrement efficace de l'astigmatisme chirurgicalement induit.

La prise en charge diffractive raisonnée impose une analyse dite réfractive de l'approche du patient. Cette analyse est bien connue des chirurgiens réfractifs. Il faut en effet appréhender l'attente du patient pour proposer la meilleure option en adéquation. Il y a, en effet, une différence entre l'attente "*d'une super vision*", ce qui sous-entend souvent une vision de loin prédominante, et l'attente "*d'une vision super utile*" qui fait la part belle à l'indépendance aux verres pour la plupart des activités quotidiennes, professionnelles ou personnelles. Cette notion de choix dans le compromis doit être toujours soulignée pour être bien comprise des patients qui l'acceptent et y adhèrent.

## De nouveaux implants diffractifs

Depuis ces derniers mois, de nouveaux implants diffractifs sont à notre disposition. Si le confort visuel, tout comme les

performances dans la vision des contrastes, étaient déjà très bons avec les précédents implants, le challenge résidait plutôt dans la vision intermédiaire utile qui se devait d'être améliorée. Bien entendu, cela ne doit pas se faire au détriment de la vision de loin ou de celle de près.

La connaissance des principes et des capacités des implants proposés est indispensable pour pouvoir offrir et expliquer aux patients le choix du type d'implant qui sera fait au final, conjointement avec lui.

Afin d'améliorer la vision intermédiaire, l'évolution naturelle de notre offre a d'abord été de proposer de décaler les courbes de défocalisation des implants bifocaux, notamment en visant une réfraction dans l'emmétropie pour l'œil dominant et une réfraction résiduelle légèrement hypermétrope, autour de +0.75D en sphère, pour l'œil dominé. Cela permettait d'obtenir sur l'œil dominé une distance de lecture vers 45 cm et augmentait ainsi la profondeur de champ en binoculaire sans dégrader la vision de loin. En revanche, le "gap" visuel à 50-80 cm était toujours là.

Parallèlement, les puissances d'additions en vision de près proposées par les fabricants pour les implants bifocaux ont été plus faibles (par exemple, en passant d'une addition au plan de l'implant de +4.00 à +3.00) et ont contribué à cette amélioration globale. Nous n'évoquerons pas ici les implants de faibles additions (+1.50D) qui ont pour vocation une aide à la vision intermédiaire et qui ne

sont pas – ce qui est normal – impliqués pour le maintien d'une vision de près indépendante aux lunettes.

### 1. Le concept d'implant trifocal

Dès lors, le concept d'implant trifocal a fait son apparition et le recul sur ces implants est aujourd'hui de près de deux ans. Les implants Fine Vision de chez Physiol et l'AT Lisa 839 Tri de chez Carl Zeiss Meditec sont aujourd'hui les deux implants trifocaux leaders disponibles.

>>> L'implant de type trifocal est le seul implant à proposer **trois foyers de vision** distincts, l'un de loin, un autre de près, mais aussi un spécifiquement dédié à la vision intermédiaire. Les courbes de défocalisation sont parlantes et il existe une vraie vision intermédiaire dans la zone des 60-80 cm recherchée par les patients (**fig. 1**). Comme toujours, l'implantation binoculaire renforce l'efficacité des résultats qui est déjà bien perçue en monoculaire (**fig. 2**).

>>> Ces implants de dernière génération ne bénéficient pas uniquement de l'apport d'un troisième foyer. Ils sont aussi **moins "consommateur" en perte lumineuse**. Cette perte ne dépasse pas 14 % aujourd'hui. Chacun des deux implants trifocaux bénéficie d'une technologie spécifique pour cela.

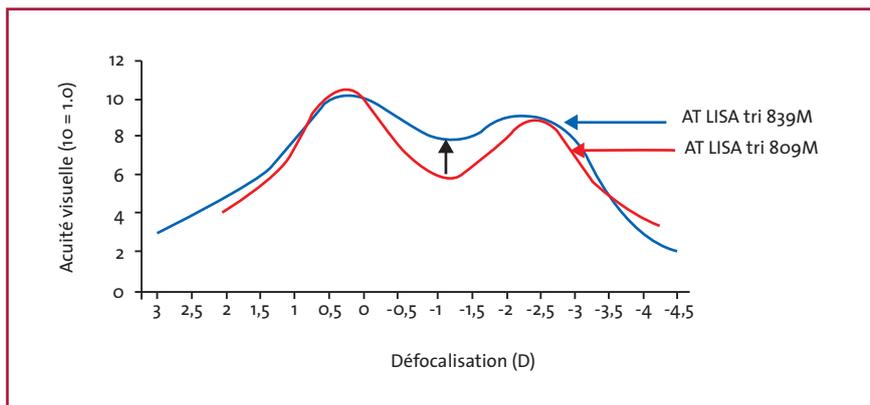


FIG. 1: Courbes AT Lisa Tri839M versus AT Lisa Tri809M.

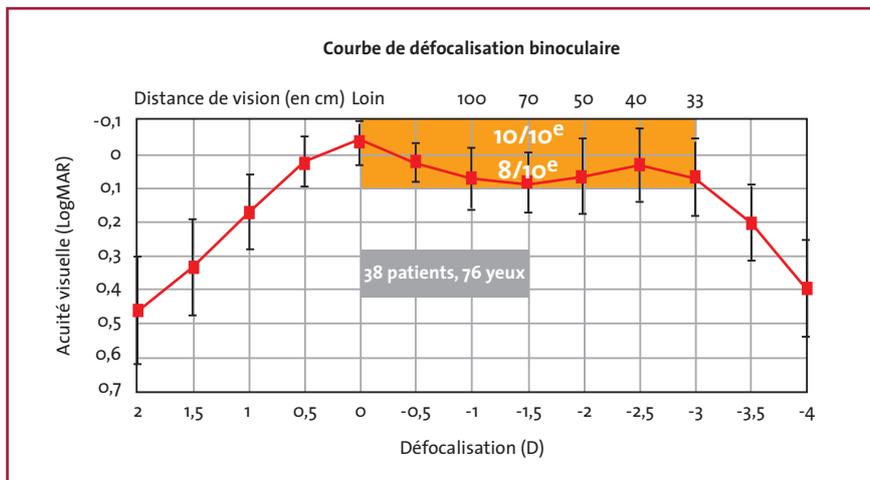


FIG. 2: Courbe Fine Vision. La courbe de défocalisation binoculaire ne fait pas apparaître la chute d'acuité visuelle caractéristique des implants bifocaux: l'acuité visuelle moyenne se maintient au-dessus de 8/10<sup>e</sup> (0,1 LogMAR) dans la zone correspondant aux distances intermédiaires.

Pour maintenir une excellente vision de loin, quelques différences techniques permettent à ces implants trifocaux de rester aussi performants malgré un peu moins de lumière dédiée à ce foyer de loin par rapport aux bifocaux.

C'est ainsi que la répartition de la lumière de loin pour le Fine Vision augmente avec l'ouverture pupillaire et se répartit alors sur les trois foyers (Loin, Intermédiaire, Près) selon la mydriase en variant de 41-24-35 % à 67-09-23 %. Pour l'implant AT Lisa 839 Tri, l'implant est trifocal sur une zone de 4,34 mm de diamètre avec une répartition 50-20-

30 %, puis est bifocal au-delà. Le défi était de garder d'excellentes capacités visuelles de loin en dépit d'une moindre quantité de lumière par foyer puisque la distribution se fait sur trois points au lieu de deux dans les bifocaux.

En vision de près, il est nécessaire par ailleurs d'insister auprès du patient sur l'importance d'avoir un bon éclairage compte tenu d'une répartition lumineuse inférieure à celle du foyer de la vision de loin.

Le foyer dédié à la vision intermédiaire est celui qui reçoit le moins d'énergie

lumineuse. Cela a pour avantage de réduire les phénomènes photiques et les halos. Ce n'est pas un handicap pour la vision intermédiaire dont l'éclairage est souvent suffisant, voire très satisfaisant notamment avec les écrans.

Avec ces nouvelles générations d'implants trifocaux, la perte lumineuse est globalement inférieure à celles des bifocaux de précédente génération, les contrastes sont maintenus, la vision intermédiaire est devenue une réalité, la qualité de vision est bonne malgré moins de lumière sur les foyers de loin et de près. Les halos sont encore moins perçus, probablement aussi du fait de la diminution du nombre d'anneaux sur l'implant, et la satisfaction des patients est très bonne dans notre pratique avec plus d'une centaine d'yeux implantés.

## 2. L'implant bifocal en version torique

Nous avons comparé les résultats et la satisfaction des patients possédant des implants trifocaux avec ceux d'autres patients ayant bénéficié d'une implantation bifocale de nouvelle génération, le ReSTOR SV25 de chez Alcon. La particularité de cet implant bifocal est de se décliner en version torique d'emblée. En effet, à ce jour, les versions toriques des implants trifocaux sont en cours de développement.

Cet implant a pu être proposé aux patients désirant une chirurgie cristalliniennne avec une demande réfractive et une exigence en vision intermédiaire dans un contexte d'astigmatisme associé. Ces patients souhaitaient une prise en charge directe sans recours à un traitement spécifique dissocié de leur astigmatisme.

Les particularités de cette nouvelle génération d'implant consistent à optimiser la vision de loin avec large zone centrale et plus de lumière dédiée, d'une addition de près moindre (+2.50D) et d'une vision intermédiaire certaine.

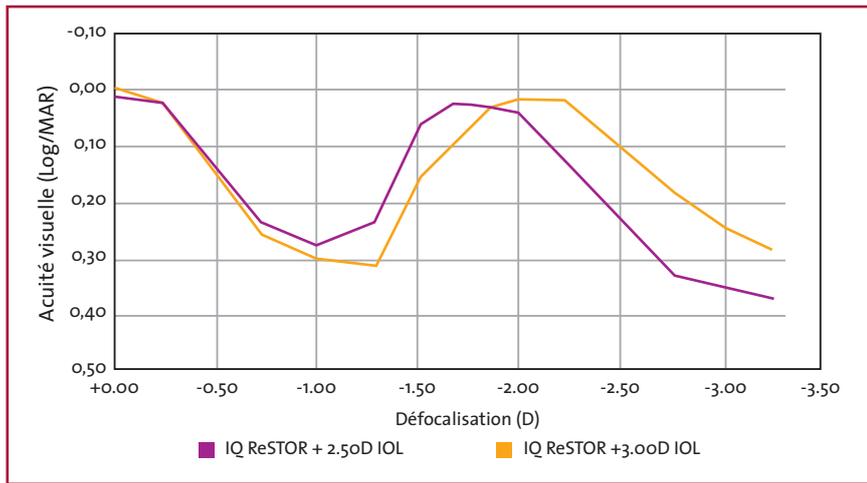


FIG. 3 : Courbe de défocalisation binoculaire IQ ReSTOR.

Par rapport aux implants trifocaux, la quantité de lumière sur chaque foyer est supérieure. La rapidité de l'apprentissage cortical est ainsi augmentée avec une vision de loin comme de près, vite acquises.

En binoculaire, les courbes de défocalisation sont là aussi élogieuses (fig. 3).

L'acuité visuelle de près dans notre série était satisfaisante autour de P3 à 40 cm, sans correction et avec un éclairage adapté pour peu que la réfraction finale n'était pas hypermétropisante. Ceci est très satisfaisant pour un implant qui avait vocation à une vision de loin et intermédiaire principalement.

En reprenant rétrospectivement l'ensemble de nos résultats, il s'avère que la satisfaction globale de tous les patients ayant bénéficié d'un de ces trois implants, est très bonne. Le confort de loin est excellent, la vision des contrastes est satisfaisante, l'indépendance aux verres acquise et la qualité de vision jugée bonne.

### Bilan diagnostique complet

Il faut cependant souligner les critères de sélection qui ont été rigoureux.

Outre une démarche d'approche réfractive, un bilan diagnostique complet a été réalisé.

Les biométries ont été optiques dans tous les cas pour une meilleure précision des mesures et le calcul d'implant optimisé à l'aide de plusieurs formules pour les biométries non standard.

L'examen rétinien clinique a été complété par un OCT rétinien pour dépister d'éventuelles pathologies passées inaperçues sur le plan clinique et qui auraient pu se décompenser en postopératoire.

Les amblyopies relatives ont été aussi éliminées.

Enfin, une sélection des patients en fonction de l'astigmatisme préopératoire permet d'optimiser les résultats. En effet, c'est non seulement l'emmétropie sphérique qui est recherchée, mais aussi l'emmétropie cylindrique. On sait que la qualité de vision, avec des implants multifocaux, est grandement liée à l'astigmatisme résiduel.

C'est ainsi que dans cette série, tout astigmatisme postopératoire attendu, supérieur à 0.75D, a fait l'objet d'une prise en charge torique. Les patients concernés

ont donc bénéficié d'un implant ReSTOR SV25T, puisque les versions toriques des trifocaux ne sont pas encore disponibles.

Régler le problème de l'astigmatisme résiduel par une chirurgie anastigmatogène associée à une implantation torique si besoin est un des facteurs clés qui contribuent à l'excellence des résultats notés avec ces implants de nouvelle génération.

### Conclusion

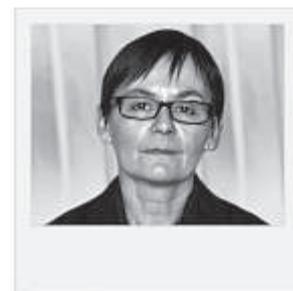
Il n'y a donc pas une implantation diffractive universelle aujourd'hui même avec les nouveaux implants, mais c'est bien à un panel de possibilités que doit se reporter le chirurgien pour proposer au patient la solution la plus adaptée, particulièrement, au trouble réfractif initial. La prise en charge de la presbytie reste encore un compromis qui doit être optimisé en associant une sélection rigoureuse du patient, à une connaissance technique des implants pour mettre les moyens que nous avons à notre disposition en adéquation avec les attentes des patients. La recherche d'une emmétropie sphérocyindrique est un prérequis indispensable pour un succès y compris avec les nouvelles générations d'implants diffractifs.

### Bibliographie

1. P. LEVY. Les implants toriques. *Journal Français d'Ophthalmologie*, 2012;35,220-225.
2. T. AMZALLAG. Chirurgie de la cataracte: quoi de neuf? *Réalités Ophthalmologiques*, Avril 2013, 55-67.
3. J. VASSELON. Gestion post opératoire d'une implantation multifocale. *Réalités Ophthalmologiques*, Novembre 2012, 49-51.
4. De Vries. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 2009, 35, 992-997.

Conflits d'intérêts: consultant, intervenant pour Carl Zeiss Meditec, Alcon.

# Étude Safir 2010 sur la multifocalité chez l'enfant : actualisation des résultats en 2013



→ **L. LESUEUR<sup>1</sup>,  
T. AMZALLAG<sup>2</sup>,  
J.-L. ARNÉ<sup>1</sup>, J. COLIN<sup>1,3</sup>,  
F. MALECAZE<sup>1</sup>,  
B. MORTEMOUSQUE<sup>3</sup>,  
P. ROZOT<sup>4</sup>, M. WEISER<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Service d'Ophtalmologie, Hôpital Purpan, Centre d'Ophtalmologie Jeanne-d'Arc, TOULOUSE.  
<sup>2</sup> Institut Ophtalmique, SOMAIN.  
<sup>3</sup> Service d'Ophtalmologie, CHU Pellegrin, BORDEAUX.  
<sup>4</sup> Clinique Monticelli, MARSEILLE.  
<sup>5</sup> Cabinet d'Ophtalmologie, PARIS.

## Présentation de l'étude

L'étude Safir multicentrique sur la cataracte chez l'enfant et les IOLMF, présentée à l'ESCRS Paris en 2010, comprenait 24 yeux opérés chez 20 enfants. À ce jour, cette étude rétrospective compte 52 yeux opérés de cataracte unilatérale (n = 30) et bilatérales (n = 11) chez 41 enfants d'âge moyen de 7 ans (de 9 mois à 15 ans). Les types de cataractes étaient congénitales, traumatiques, radiques et cortisoniques.

>>> Les **critères d'exclusion** comprenaient :

- les anomalies cornéennes ;
- le glaucome ;
- la microphthalmie ;
- la déformation pupillaire ;
- les rétinopathies ;
- les anomalies neuro-ophtalmiques ;
- les inflammations oculaires.

>>> La **technique chirurgicale** impliquait :

- une phacoémulsification (PKE) simple pour 36 cas (Groupe 2 - G2) ;
- une phacoémulsification, un capsulorhexis postérieur associé à une vitrectomie antérieure centrale avant 5 ans pour 16 cas (Groupe 3 - G3) ;
- une incision cornéenne : 2,2 à 3,2 mm ;
- une "IOL implantation" dans le sac capsulaire ;
- ± une suture, en fonction de l'âge.

>>> Les **implants multifocaux** (52 IOLMF) étaient :

- Il s'agissait d'implants acryliques hydrophobes, sphériques, asphériques, toriques :
- AcrySof ReSTOR pour 20 cas ;
  - AcrySof ReSTOR Toric pour 8 cas ;
  - AMO Tecnis ZMB pour 8 cas ;
  - AMO Tecnis ZMT pour 1 cas ;
  - AMO NXG1 pour 6 cas ;
  - AcriLisa pour 6 cas ;
  - AcriLisa Toric pour 3 cas.

>>> Les **résultats** présentés, avec plus d'un an de suivi, comprennent :

- 41 yeux de 33 enfants ;
- un suivi moyen de 25,5 mois (de 12 mois à 6 ans) ;
- un âge moyen de 6,5 ans (de 9 mois à 15 ans) ;
- 36 cataractes congénitales, 5 cataractes iatrogéniques.

Les résultats réfractifs (**tableau 1**) montrent une bonne prédictibilité, particulièrement dans le groupe PKE simple (G2) comprenant les enfants plus âgés. Il est à noter que l'hypermétropie résiduelle dans le groupe vitrectomie (G3) est volontaire de façon à compenser la myopisation liée à l'augmentation de la longueur axiale.

Les résultats visuels (**fig. 1**), exprimés en Log Mar, attestent d'un gain postopéra-

	Tous groupes (G1)	PKE simple (G2)	PKE vitrectomie (G3)
Yeux (n)	41	28	13
Âge moyen (année)	<b>6,5</b>	8,9	<b>4,8</b>
Puissance M IOL (D)	<b>25</b>	24,5	<b>26,2</b>
Long axiale M (mm)	22,4	22,2	21,6
Préopératoire M Eq Sph (D)	<b>0,3 (-4 à +6)</b>	-0,2 (-4 à +3,5)	<b>1,6 (-1,50 à +6)</b>
Postopératoire M Eq Sph (D)	<b>0,0 (-1,75 à +2)</b>	-0,1 (-1,5 à +1)	<b>0,6 (-1,75 à +2)</b>

TABLEAU 1 : Résultats réfractifs.

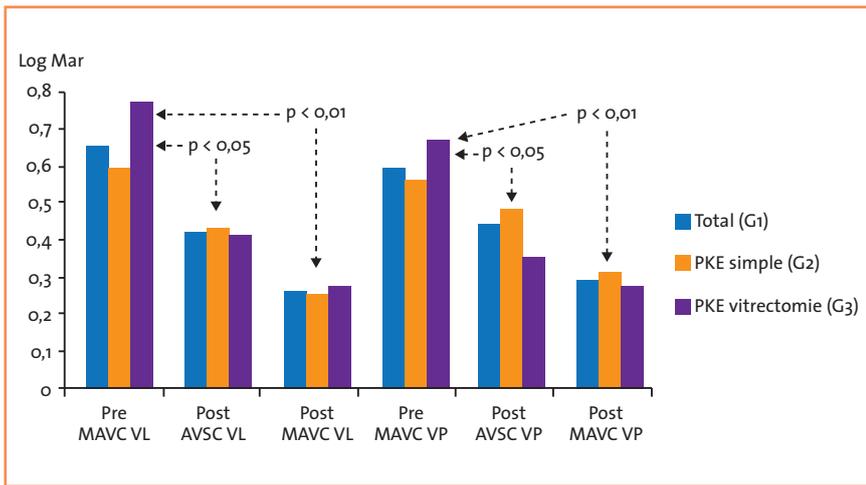


FIG. 1 : Résultats visuels.

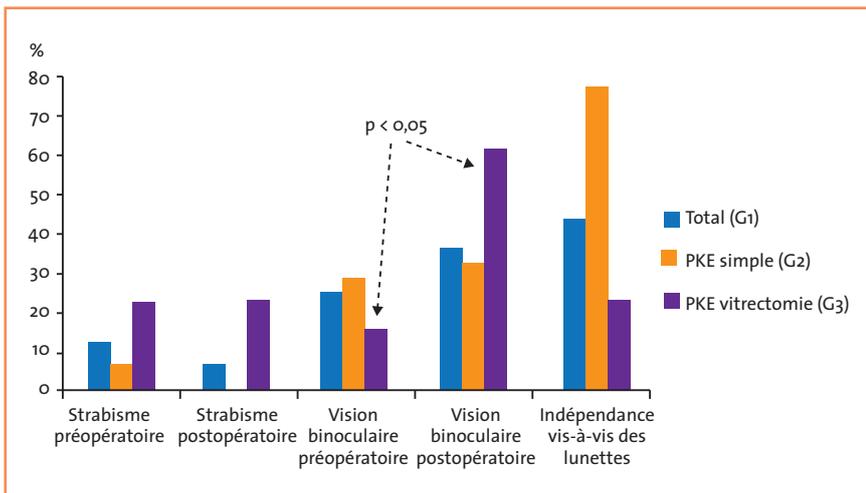


FIG. 2 : Résultat fonctionnels. Gain significatif en vision binoculaire dans le groupe PKE vitrectomie (G3). Plus d'indépendance vis-à-vis des lunettes dans le groupe (G2) PKE/(G3) vitrectomie.

toire significatif des acuités visuelles de loin et de près avec et sans corrections pour les 2 groupes G2 et G3. Aucune différence significative n'a pu être notée entre les implants MF, en raison du nombre limité des différents implants à ce jour.

Les résultats fonctionnels (fig. 2) montrent un gain significatif de vision binoculaire dans le groupe G3, probablement en raison d'une chirurgie en âge plus précoce que dans le groupe G2 (tableau I). Par ailleurs, l'indépendance vis-à-vis des lunettes est bien plus importante dans le groupe G2, en raison d'une stabilité de la croissance oculaire liée à l'âge.

En termes de résultats anatomiques, nous avons dénombré trois réinterventions pour aspiration de perles d'Elschnig (fig. 3) et 54 % de YAG réalisés dans le groupe G2 pour opacification capsulaire postérieure dans les 12 mois postopératoires (fig. 4).

## Discussion

Peu de publications existent, à ce jour, concernant l'intérêt de la multifocalité dans la cataracte chez l'enfant depuis les travaux de Jacobi PC [1], en 2001, avec des implants en silicone SA40N qui donnaient des résultats visuels similaires mais avec plus de complications anatomiques. Cristobal JA [2], en 2010, a publié une étude concernant une série de 5 yeux opérés avec des implants MF

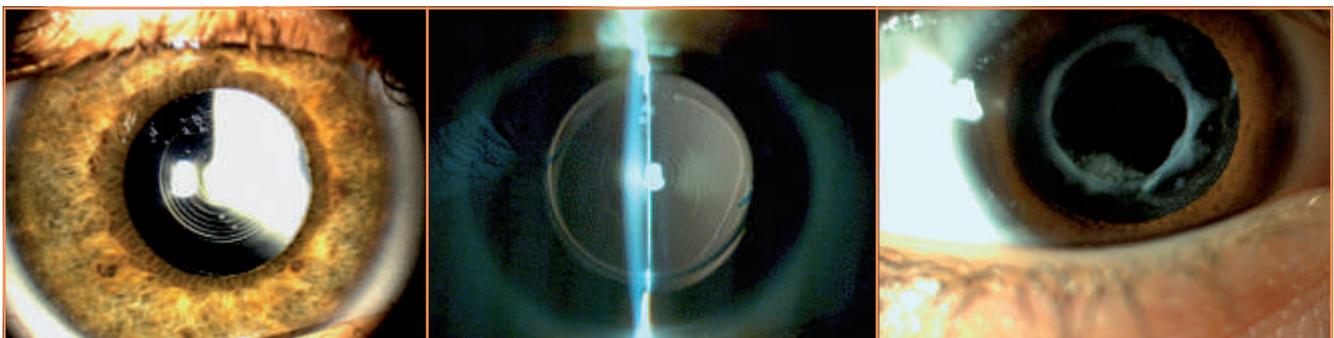
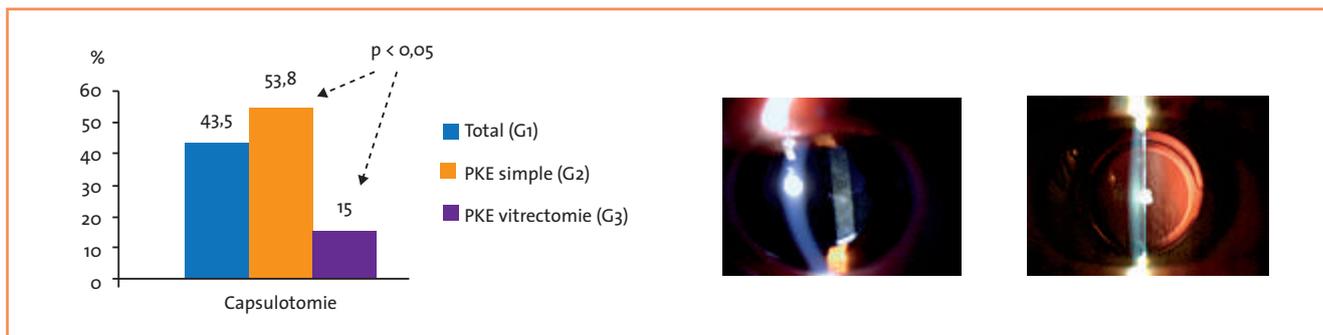


FIG. 3 : Résultats anatomiques. Bonne stabilité des IOL. Pression intraoculaire stable (13 mmHg). Trois réinterventions pour aspiration de perles.



**FIG. 4 :** Résultats anatomiques. Opacification capsulaire postérieure : YAG (12,2 mois postopératoires). Différence significative entre les groupes PKE (G2) et PKE vitrectomie (G3).

acryliques hydrophobes SN60D3 sans complications.

Si le design – 3 pièces ou monobloc – et le biomatériau acrylique hydrophobe sont à l’heure actuelle sans controverses chez l’enfant ; la principale controverse est celle de la croissance oculaire et de la myopisation [3]. La réponse pourrait être qu’une chirurgie réfractive à l’âge adulte pourrait corriger l’amétropie résiduelle monofocale si nécessaire.

## Conclusion

Les résultats de l’étude Safir, en 2013, confirment que les IOLMF hydrophobes

dans la chirurgie de la cataracte chez l’enfant sont une bonne option en respectant les bonnes indications.

L’indépendance vis-à-vis des lunettes ou une simple correction résiduelle monofocale limite l’amblyopie, favorise la vision binoculaire et augmente leur qualité de vie sans complications significatives.

La prudence est de mise toutefois, quant à la stabilité du centrage à long terme... L’indication de sécurité : Cataracte Unilatérale après 6 ans et bilatérale après 10 ans. Un suivi à plus long terme permettra-t-il des indications plus larges ?

## Bibliographie

1. JACOBI PC, DIETLEIN TS, KONEN W. Multifocal intraocular lens implantation in pediatric cataract surgery. *Ophthalmology*, 2001;108:1375-1380.
2. CRISTÓBAL JA, REMÓN L, DEL BUEY MÁ *et al*. Multifocal intraocular lenses for unilateral cataract in children. *J Cataract Refract Surg*, 2010;36:2035-2040.
3. WILSON ME, TRIVEDI RH, BURGER BM. Eye growth in the second decade of life: implications for the implantation of a multifocal intraocular lens. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 2009;107:120-124.

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

# Analyse architecturale in vivo des incisions cornéennes découpées au laser femtoseconde en chirurgie de femtocataracte



→ **L. TRINH<sup>1</sup>,  
S. DUPOND-MONOD<sup>1,2</sup>,  
A. DENOYER<sup>1</sup>, F. AUCLIN<sup>1</sup>,  
V. VILLETTE<sup>1</sup>, K. BARAK<sup>1</sup>,  
B. DUPAS<sup>1</sup>, C. BAUDOIN<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> Service d'Ophtalmologie III,  
Centre Hospitalier National  
d'Ophtalmologie des  
Quinze-Vingts, PARIS.

<sup>2</sup> Centre Ophtalmologique  
Médical et Chirurgical,  
LAGNY-SUR-MARNE.

<sup>3</sup> Institut de la Vision, PARIS.

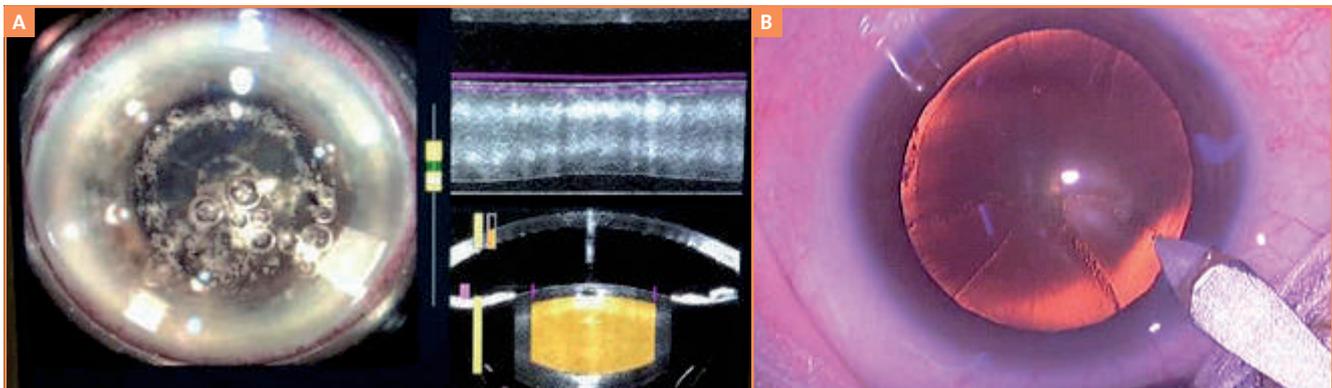
**L**a chirurgie de cataracte assistée au laser femtoseconde (femtocataracte) est en plein essor dans le monde et permet de bénéficier des technologies les plus modernes pour améliorer la précision, la reproductibilité et l'automatisation de la procédure chirurgicale. Cette aide à la chirurgie permet de diminuer le temps d'ultrasons [1], d'améliorer le résultat réfractif (grâce aux capsulotomies et au centrage de l'implant) [2-5] tout en maintenant une sécurité optimale [6]. Les incisions cornéennes, la capsulotomie et la fragmentation cristallinienne sont ainsi réalisées au laser femtoseconde avant la chirurgie de cataracte à proprement parler. Ces étapes dites "en amont" dont les paramètres sont programmés par le chirurgien, se

déroulent *a priori* de manière plus précise, car guidées par un OCT et dont la découpe est faite au laser femtoseconde. Dans notre étude, nous avons voulu analyser l'architecture des incisions cornéennes en femtocataracte à l'aide d'un OCT de segment antérieur et les comparer aux incisions cornéennes manuelles réalisées au couteau, puis enfin étudier la conformité par rapport à l'incision idéale programmée sur le laser. Cette étude a pour but de valider la prédictibilité incisionnelle de la chirurgie de femtocataracte.

## Patients et méthodes

Dans notre étude, nous avons opéré de la cataracte 41 yeux (par 3 opérateurs

différents) avec le laser femtoseconde LenSx (Laboratoires Alcon), dénommé groupe "femto" en programmant une incision cornéenne principale de 2,2 mm, et 19 yeux (par un unique opérateur) en incision cornéenne manuelle avec un couteau de 2,2 mm (Laboratoires Alcon), dénommé groupe "incision cornéenne manuelle" (**fig. 1**). Tous les patients ont bénéficié d'un OCT de segment antérieur, Visante (Laboratoires



**Fig. 1:** (A) Réalisation de la découpe de l'incision cornéenne principale au laser femtoseconde d'une taille de 2,2 mm. (B) Réalisation d'une incision cornéenne principale manuelle au couteau 2,2 mm.

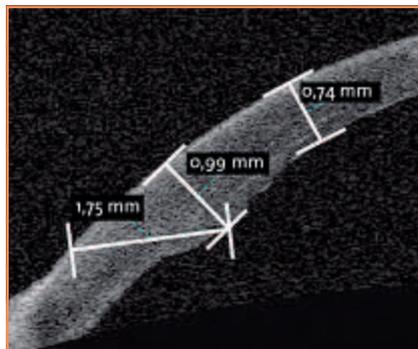
Carl Zeiss Meditec) et Optovue, à J1 et à J7 postopératoire. L'analyse en OCT consistait à mesurer la taille de l'œdème stromal péri-incisionnel, à noter la présence ou non d'un flap de Descemet et de mesurer l'angle d'incision. Enfin, pour les patients opérés en femtocataracte, nous avons comparé l'angle d'incision mesuré en postopératoire et l'angle d'incision programmé sur le laser.

## Résultats

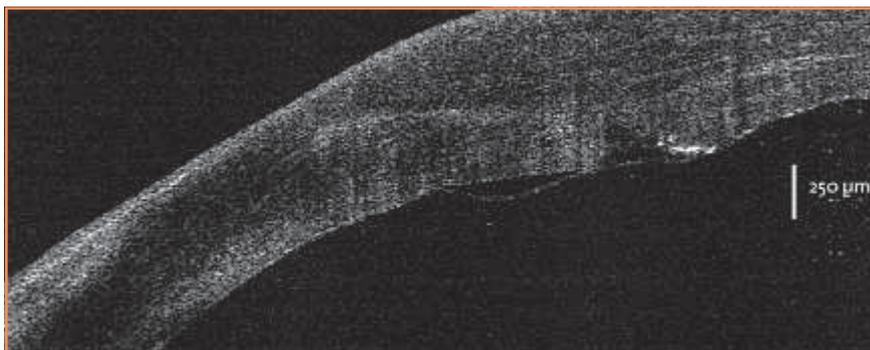
Sur les échantillons de patients comparables, il n'y avait pas de différence significative dans le groupe "femto" entre les 3 opérateurs sur le côté de l'œil ( $p = 0,5$ ) et sur l'âge des patients ( $p = 0,8$ ). Il n'existait pas non plus de différence significative entre le groupe "femto" et le groupe "incision cornéenne manuelle" au niveau de l'âge des patients ( $p = 0,4$ ).

### 1. Œdème stromal

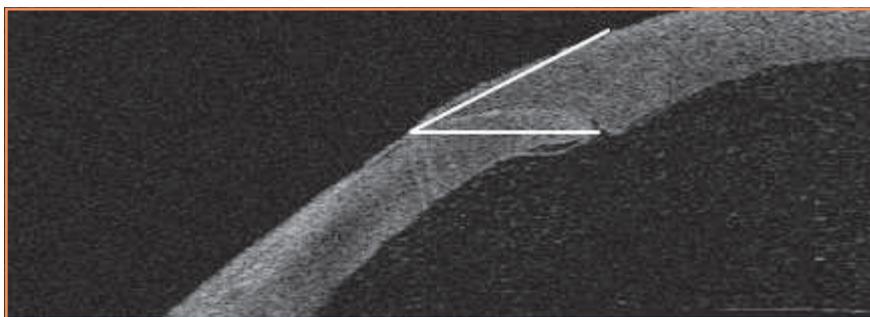
À J1, nous avons mesuré la taille de l'œdème stromal en mesurant l'épaisseur cornéenne maximale en regard de l'incision. La moyenne de la taille de l'œdème stromal mesuré en OCT Visante dans le groupe "femto" était de 1,067 mm ( $\pm 0,182$ ) (fig. 2), alors que la moyenne dans le groupe "incision cornéenne manuelle" était de 1,012 mm ( $\pm 0,101$ ). Il n'y avait pas de différence significative



**FIG. 2 :** Mesure de la taille de l'œdème stromal (épaisseur cornéenne maximale en regard de l'incision) à J1 postopératoire en OCT Visante d'une incision au laser femtoseconde.



**FIG. 3 :** Flap de Descemet retrouvé à J7 en OCT Visante d'une incision au laser femtoseconde.



**FIG. 4 :** Angle d'incision à J1 postopératoire en OCT Visante d'une incision au laser femtoseconde.

entre ces 2 groupes ( $p = 0,25$ ) sur la taille de l'œdème stromal. La réalisation de l'incision au laser femtoseconde n'a donc pas de répercussion sur l'œdème stromal induit.

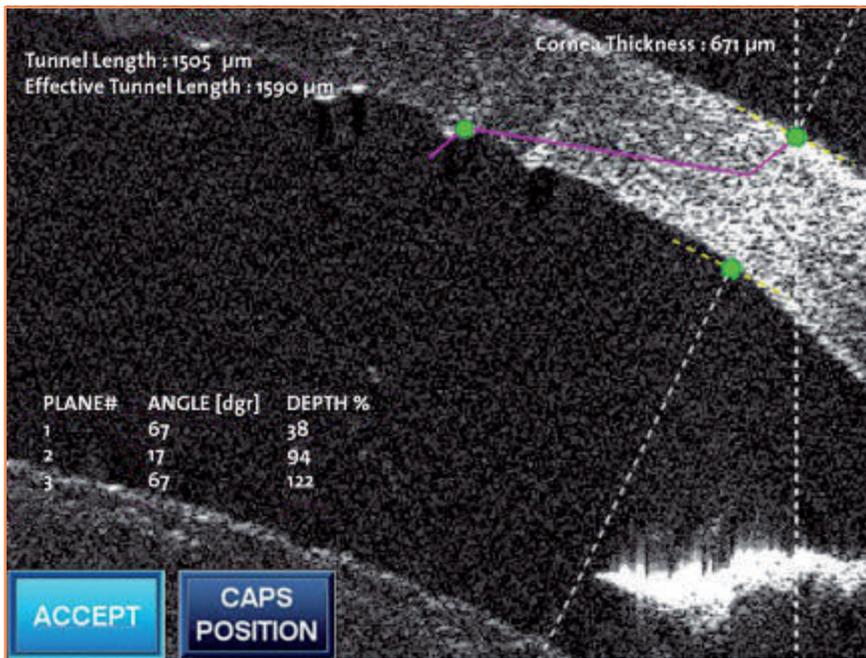
### 2. Flap de Descemet

À J7, nous avons observé un flap de Descemet en OCT Optovue dans 48,7 % des cas dans le groupe "femto" et dans 42 % (fig. 3) des cas dans le groupe "incision cornéenne manuelle". La différence n'était pas non plus significative entre les 2 groupes ( $p = 0,64$ ) sur la présence d'un flap de Descemet postopératoire. Le flap de Descemet est donc dû à la phakoémulsification (probablement, aux mouvements de va-et-vient du phakoémulsificateur) et non pas au couteau lors de l'incision cornéenne.

### 3. Angle d'incision

L'angle d'incision est défini par l'angle entre la ligne joignant le point

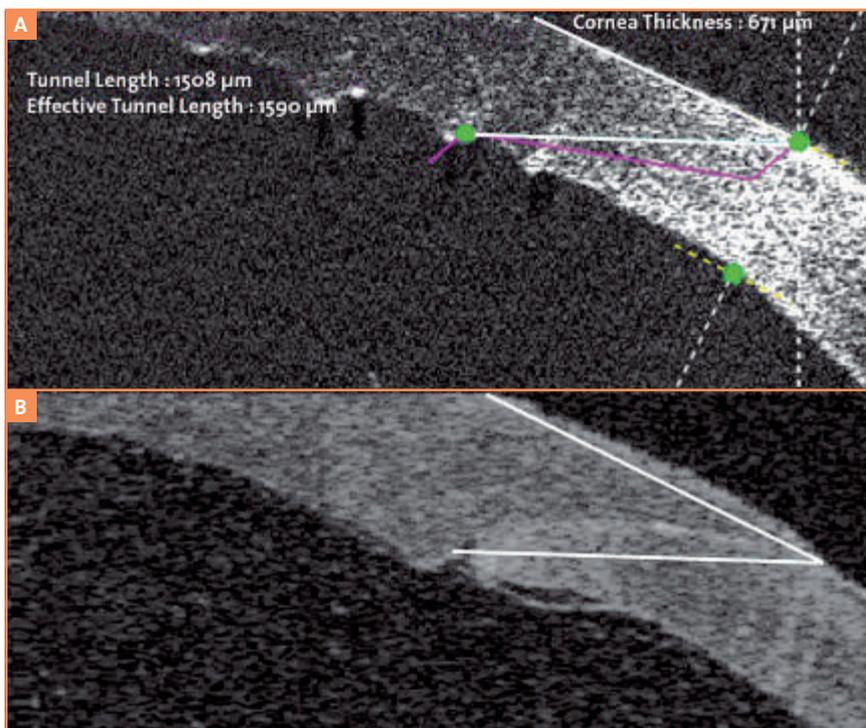
d'entrée épithélial au point de sortie endothélial, et la ligne tangentielle à la surface cornéenne au point d'entrée de l'incision (fig. 4). La moyenne de cet angle d'incision, mesuré en OCT Visante à J1 postopératoire, était dans le groupe "femto" de  $25,9^\circ (\pm 1,9)$ , et dans le groupe "incision cornéenne manuelle" de  $34,5^\circ (\pm 5,4)$ . Non seulement, la différence entre ces 2 groupes était significative ( $p < 0,001$ ), mais l'écart type était beaucoup plus grand dans le groupe "incision cornéenne manuelle" (5,4) que dans le groupe "femto" (1,9). Il y avait donc moins de variabilité dans l'angle d'incision dans le groupe "femto" que dans le groupe "incision cornéenne manuelle", alors qu'il y avait 3 opérateurs différents dans le groupe "femto" contre un seul dans le groupe "incision cornéenne manuelle". Ce résultat implique donc une meilleure reproductibilité de l'architecture de l'incision grâce au laser femtoseconde.



**FIG. 5 :** Capture d'image de l'OCT peropératoire sur le laser femtoseconde LenSx de la programmation préopératoire de l'incision cornéenne.

#### 4. Comparaison entre programmation préopératoire et valeur postopératoire

Sur le laser femtoseconde LenSx, un contrôle OCT peropératoire de la cornée guide le laser pour découper l'incision cornéenne dont les paramètres de taille, d'orientation, de trajet, d'architecture sont choisis par le chirurgien au préalable (*fig. 5*). L'angle d'incision de la programmation préopératoire sur l'OCT peropératoire du laser femtoseconde a été mesuré pour chaque patient. La moyenne de l'angle d'incision préopératoire sur l'OCT peropératoire du LenSx était de  $26,9^\circ (\pm 2,3^\circ)$  alors que la moyenne de l'angle d'incision mesurée en postopératoire était de  $25,9^\circ (\pm 1,9^\circ)$  (*fig. 6*). Dans le test de comparaison en données appariées, il n'y avait pas de différence significative ( $p = 0,5$ ) entre la programmation préopératoire et les valeurs postopératoires.

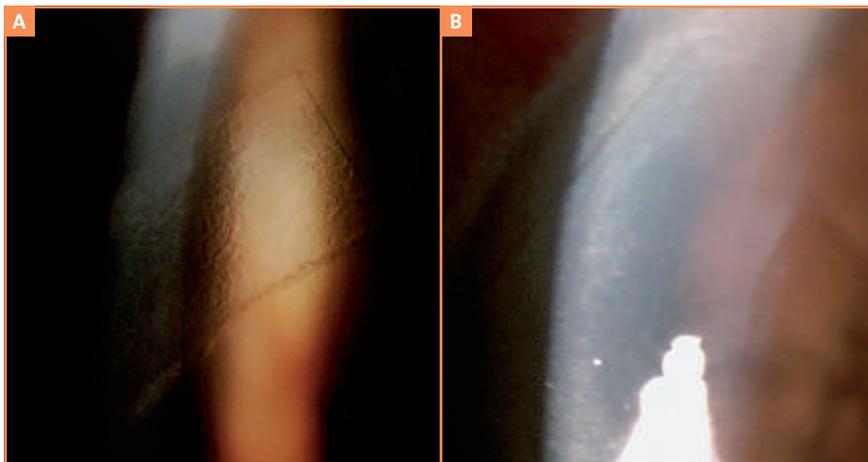


**FIG. 6 :** Mesure de l'angle d'incision entre (A) l'image OCT peropératoire de la programmation préopératoire et (B) l'image OCT Visante postopératoire.

#### Discussion

La construction de l'incision cornéenne est essentielle pour sa stabilité en empêchant, par un effet de tenon et mortaise, la translation des berges. Une bonne construction d'incision est constituée par une préincision, un tunnel stromal, puis un changement d'angulation. Cette construction en trois temps permet de garantir une stabilité optimale et une résistance à la pression, limitant ainsi en postopératoire une contamination bactérienne.

Nous avons mis en évidence dans notre étude une excellente reproductibilité de l'architecture des incisions au femtoseconde par rapport à la programmation préopératoire au niveau de l'angle d'incision. La reproductibilité (en se basant sur le faible écart type autour de la moyenne des angles d'incision), l'automatisation et la prédictibilité des incisions au femtoseconde sont supérieures aux incisions manuelles (*fig. 7*).



**Fig. 7 :** Photographies à la lampe à fente (A) d'une incision au laser femtoseconde et (B) d'une incision manuelle. L'incision au laser femtoseconde est plus régulière et son trajet est parfaitement droit, contrairement à ce qu'on peut parfois observer lors d'une incision manuelle.

La construction des incisions s'en trouve améliorée. Il est possible que cette reproductibilité accrue puisse améliorer la prédictibilité de l'astigmatisme induit. Cette précision dans le dessin et l'architecture de l'incision trouve toute sa place dans la chirurgie de la cataracte avec implant premium (notamment avec les implants toriques).

Cette étude confirme donc l'intérêt de la chirurgie assistée au laser femtoseconde en matière de précision et d'automatisa-

tion au niveau des incisions cornéennes. Notre article appuie ainsi d'autres articles sur la reproductibilité et la régularité des capsulotomies au laser femtoseconde par rapport aux capsulorhexis manuels [7].

### Bibliographie

1. CONRAD-HENGERER I, HENGERER FH, SCHULTZ T *et al.* Effect of femtosecond laser fragmentation on effective phacoemulsification time in cataract surgery. *J Refract Surg*, 2012;28:879-883.

2. SZIGETI A, KRÁNITZ K, TAKÁCS AI *et al.* Comparison of long-term visual outcome and IOL position with a single-optic accommodating IOL After 5.5- or 6.0-mm Femtosecond laser capsulotomy. *J Refract Surg*, 2012;28:609-613.
3. FILKORN T, KOVÁCS I, TAKÁCS A *et al.* Comparison of IOL power calculation and refractive outcome after laser refractive cataract surgery with a femtosecond laser versus conventional phacoemulsification. *J Refract Surg*, 2012;28:540-544.
4. KRÁNITZ K, MIHÁLTZ K, SÁNDOR GL *et al.* Intraocular lens tilt and decentration measured by Scheimpflug camera following manual or femtosecond laser-created continuous circular capsulotomy. *J Refract Surg*, 2012;28:259-263.
5. NAGY ZZ, KRÁNITZ K, TAKÁCS AI *et al.* Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J Refract Surg*, 2011;27:564-956.
6. ROBERTS TV, LAWLESS M, BALI SJ *et al.* Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1500 consecutive cases. *Ophthalmology*, 2013;120:227-233.
7. FRIEDMAN NJ, PALANKER DV, SCHUELE G *et al.* Femtosecond laser capsulotomy. *J Cataract Refract Surg*, 2011;37:1189-98.

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

CHIRURGIE RÉFRACTIVE

# LA référence

Société savante spécialisée  
en chirurgie réfractive et chirurgie  
de la cataracte,  
**La Safir rassemble aujourd'hui  
plus de 600 adhérents.**  
Chirurgiens, ophtalmologues,  
orthoptistes, tous ont pour ambition  
de partager leur connaissances  
ou d'échanger sur les nouvelles  
technologies et les avancées dans  
ce domaine.

**Devenez membre de la Safir,  
rendez-vous sur [www.safir.org](http://www.safir.org)**

Safir

## 3 bonnes raisons de rejoindre la Safir

- 1** Son adhésion vous permet de participer à **la plus importante manifestation scientifique francophone** consacrée à la chirurgie de la cataracte et réfractive.
- 2** Un espace réservé sur son site [www.safir.org](http://www.safir.org) vous permet d'accéder à **des informations et des services en ligne** (les communications des précédents congrès, les conférences audio, la base de données des implants oculaires, des informations juridiques...).
- 3** L'association organise tout au long de l'année **des web conférences, accessibles via le site [www.safir.org](http://www.safir.org)**. Diffusées en live, elles abordent des thèmes techniques, les orateurs répondent en direct à toutes vos questions.



Pour en savoir plus, contactez la Safir sur [www.safir.org](http://www.safir.org)

LENTILLE INTRAOCULAIRE

**ARTIS<sup>®</sup> PL**

**ACRYLIQUE HYDROPHOBE**



PRÉCHARGÉ - 1,8 mm



Lentille intraoculaire utilisée en remplacement du cristallin naturel opacifié dans le cadre du traitement de la cataracte. La notice et l'étiquetage de chaque produit contiennent les informations indispensables pour un bon usage. Les instructions qui y figurent doivent être consultées attentivement. Cette lentille intraoculaire est un dispositif médical de classe IIb, remboursé par les organismes d'assurance maladie. Organisme notifié : LNE/G-MED  
N° enregistrement : 13/03/Cristalens/PM/001



Chirurgie  
Ophtalmologique

**Cristalens**

12 allée Rosa Luxemburg - BP 50240 Eragny  
95615 Cergy Pontoise cedex - France

Tél : + 33 (0) 1 34 32 30 50 - Fax : + 33 (0) 1 34 32 30 60

 **Cristalens Industrie**

4 rue Louis de Broglie - 22300 Lannion - France

Tél : + 33 (0) 2 96 48 92 92 - Fax : + 33 (0) 2 96 48 97 87

[www.cristalens.fr](http://www.cristalens.fr)