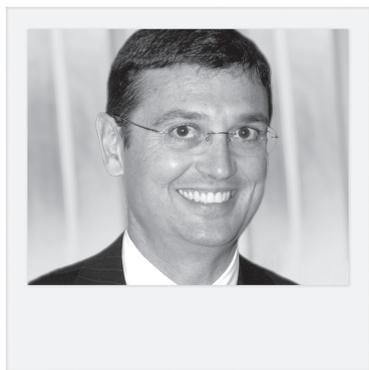


## LE DOSSIER Astigmatisme

# Correction cristallinienne de l'astigmatisme : examen préopératoire

**RÉSUMÉ :** À l'heure de la chirurgie de la cataracte, la correction des astigmatismes cornéens réguliers symétriques s'impose au chirurgien, car cette opportunité réfractive est unique pour le patient. Les résultats sont très bons et les contre-indications rares. Plus du tiers de nos opérés sont concernés par la possibilité d'une implantation torique. Un examen préopératoire rigoureusement mené est la condition *sine qua non* à un bon résultat réfractif postopératoire.

Actuellement, la principale cause d'erreur dans le résultat réfractif final est la mesure de la kératométrie. Plusieurs mesures kératométriques seront effectuées et comparées. La biométrie optique est indispensable. L'examen préopératoire a été enrichi récemment par l'apport majeur de technologies d'acquisition préopératoire et d'injection d'images connectées au bloc opératoire. L'enjeu consiste à déterminer convenablement la valeur d'astigmatisme à corriger, éliminer les rares contre-indications ou cas douteux, choisir l'implant adéquat et calculer sa puissance, et obtenir un consentement éclairé de la part du patient.



→ T. AMZALLAG  
Institut Ophtalmique Nord de France,  
SOMAIN.

À l'heure de la chirurgie de la cataracte, la correction des astigmatismes cornéens réguliers symétriques s'impose au chirurgien, car cette opportunité réfractive est unique pour le patient. Les résultats sont très bons et les contre-indications rares.

Un tiers de nos opérés sont concernés par la possibilité d'une implantation torique. Le seuil se situe en fonction des cas à partir de 1.5 dioptrie et moins pour les implants multifocaux.

Un examen préopératoire rigoureusement mené est la condition *sine qua non* à un bon résultat réfractif postopératoire. Actuellement, la principale cause d'erreur dans le résultat réfractif final est la mesure de la kératométrie, la seconde étant le mauvais alignement préopératoire [1]. Un implant

torique bien calculé et positionné sur le bon axe, lors de l'intervention, reste le plus souvent [2] stable dans le temps et tourne peu (4,1° à 2 ans).

L'examen préopératoire a été enrichi récemment par l'apport majeur de technologies d'acquisition préopératoire et d'injection d'images (Verion, Alcon; Callisto, Zeiss) connectées au bloc opératoire. Ces systèmes d'injection d'images permettent, entre autres, de multiplier par deux la précision de l'alignement à  $\pm 2^\circ$ . Cependant, les systèmes d'acquisition ne sont pas indispensables à l'implantation torique.

Il faut garder à l'esprit qu'une rotation ou une erreur d'axe de  $1^\circ$  réduit l'effet réfractif torique de 3,3 %, ce qui ne gêne pas le patient. À  $10^\circ$  de rotation, le patient peut ne pas être satisfait, à  $30^\circ$  le patient est insatisfait, et une reprise

peut être envisagée. Au-delà de 30° de rotation, le patient est très insatisfait, et une reprise est nécessaire [1].

L'enjeu consiste à déterminer convenablement la valeur d'astigmatisme à corriger, éliminer les rares contre-indications ou cas douteux, choisir l'implant adéquat et calculer sa puissance, réaliser une reconnaissance oculaire qui sera importée au bloc opératoire et obtenir un consentement éclairé de la part du patient.

## L'examen clinique

Il n'est pas raisonnable de se baser sur une seule valeur kératométrique pour calculer un implant torique. De même, il n'est pas raisonnable de se passer de la topographie cornéenne préopératoire destinée à éliminer une éventuelle contre-indication, accroître la précision des mesures et, dans une moindre mesure, tenir compte de l'astigmatisme cornéen postérieur dont l'impact en termes de puissance et d'axe est assez faible pour la plupart des cas.

Les mesures de la cornée antérieure sont effectuées avant toute instillation de collyre, prise de tonus à l'aplanation ou verre à trois miroirs. Il faut tenir compte de l'état de la surface oculaire si l'on souhaite éviter les erreurs liées à une pathologie de surface. Des discordances excessives entre les différentes mesures doivent faire renoncer à l'implantation torique, surtout pour les valeurs faibles pour lesquelles le rapport bénéfice/risque peut devenir défavorable.

L'interrogatoire recherche des antécédents de pathologie cornéenne. L'examen en lampe à fente recherche des pathologies cornéennes, et analyse la surface oculaire. Il recherche également des contre-indications chirurgicales : subluxation, pseudoexfoliation capsulaire...

## Évaluation de l'astigmatisme préopératoire

### 1. Kératométrie

C'est un temps fondamental de l'examen qui doit être mené de manière rigoureuse et comparative [3]. La kératométrie mesure l'astigmatisme cornéen antérieur à corriger, qu'il faut distinguer de l'astigmatisme total incluant l'astigmatisme interne le plus souvent d'origine cristallinienne. Elle permet de choisir la valeur que l'on souhaite corriger, si l'on préfère conserver une valeur d'astigmatisme résiduel ou s'assurer une marge de sécurité. Une sous-corrrection est plus fréquente pour les faibles astigmatismes : pour les astigmatismes < 1.5D, une sous-corrrection est retrouvée dans 56 % des cas, 10 % si > 3D [1]. Elle n'est pas forcément néfaste en fonction de l'amétropie cylindrique ciblée.

Un astigmatisme inverse résiduel sur l'œil dominé peut procurer au patient un confort visuel et une profondeur de champ appréciables. Par ailleurs, comme pour les puissances sphériques, des amétropies cylindriques résiduelles sont possibles, ne serait-ce que du fait de l'astigmatisme chirurgicalement induit qui n'est pas toujours prévisible. Si les valeurs moyennes se situent aux alentours de 0.4 dioptrie, des variations significatives sont possibles en fonction des caractéristiques de l'incision et de l'hystérésis (élasticité) cornéenne (20 % d'astigmatisme chirurgicalement induit [ACI] > 0.75D en utilisant une micro-incision manuelle, 15 % avec le laser femtoseconde) [4]. Par ailleurs, toute amétropie résiduelle sphérique entraîne une amétropie cylindrique si un implant torique est utilisé, même si l'impact est modéré.

### 2. Kératomètres manuels

Ils mesurent la puissance cornéenne de 2 points distants de 3 millimètres (entre 2,8 et 2,3 mm en fonction de la

prolaticité cornéenne), et extrapole la zone centrale sans la mesurer. Il peut mettre en évidence visuellement des irrégularités cornéennes antérieures sans les mesurer.

### 3. Autokératomètres automatiques et biomètres optiques (fig. 1)

Les autokératomètres mesurent 4 points sur un diamètre allant de 2,8 à 3,27 mm. Les mesures centrales sont extrapolées. Ils ne permettent d'observer les irrégularités cornéennes que s'ils sont équipés d'un système de type Placido qui, par ailleurs, ne peut les quantifier. Leurs mesures (fiables) sont souvent comparées à celles des biomètres par interférométrie à cohérence partielle, qui sont devenus la référence absolue en termes de mesure de la longueur axiale. Certains d'entre eux permettent également le calcul direct des implants toriques. Ils présentent des caractéristiques communes dont certaines sont spécifiques (*tableau 1*).

>>> IOLMaster 500 (Zeiss) mesure 6 points sur un diamètre de 2,3 mm selon un *pattern* hexagonal, plus proche du centre. Le nouveau modèle 700 est le seul biomètre à être doté d'un OCT *Swept Source*, qui permet de vérifier la fixation du patient. Il est équipé d'un système kératométrique télécentrique 3 zones, qui permet de repérer et d'éliminer les valeurs inadéquates liées à des anomalies de fixation. L'absence de fixation fovéale en OCT fait rejeter les valeurs obtenues (*fig. 2*).

>>> Lenstar (Haag-Streit) mesure 32 points sur deux cercles de 2,3 et 1,65 mm.

>>> AL-Scan (Nidek) est un biomètre optique, qui permet l'obtention de toutes les données nécessaires au calcul d'implant intraoculaire en une seule séquence de 10 secondes. La kératométrie mesure jusqu'à 360 points sur deux cercles de 2,4 et 3,3 mm.

# LE DOSSIER Astigmatisme



FIG. 1 : A. Auto-réfracto-kératomètre ARK-1 (Nidek). B. Biomètre par interférométrie à cohérence partielle : AL-Scan (Nidek). C. Biomètre par interférométrie à cohérence partielle : IOLMaster 700 (Zeiss). D. Biomètre par interférométrie à cohérence partielle : Aladdin (Topcon).

		Aladdin	IOLMaster 500	Lenstar LS 900	AL-Scan
<b>Mesures</b>	Longueur axiale	15 – 38 mm	14 – 38 mm	14 – 32 mm	14 – 40 mm
	Rayons cornéens – Kératométrie	3,3 – 37,5 mm	5 – 10 mm	5 – 10,5 mm	5 – 13 mm
	ACD	1,5 – 5,5 mm	1,5 – 6,5 mm	1,5 – 5,5 mm	1,5 – 6,5 mm
	Blanc à blanc	6 – 18 mm	8 – 16 mm	7 – 16 mm	7 – 14 mm
	Épaisseur cornéenne (CT)			300 – 800 µm	250 – 1 300 µm
	Épaisseur du cristallin			0,5 – 6,5 mm	
	Pupillométrie	0,5 – 10 mm		2 – 13 mm	1 – 10 mm
	Échelle d'affichage	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm
<b>Formules</b>		SRK II	SRK II	SRK II	SRK
		SRK/T	SRK/T	SRK/T	SRK II
		Holladay 1	Holladay 1 et 2 Hoffer Q	Holladay 1	SRK/T
		Hoffer Q	Haigis	Hoffer Q	Binkhorst
		Haigis		Haigis	Holladay
		Camellin-Calossi			Hoffer Q
					Haigis
					Camellin-Calossi
<b>Autres fonctions</b>	Cartographie cornéenne	✓	✗	✗	✗
	Analyse Zernike	✓	✗	✗	✗
	Pupillométrie dynamique	✓	✗	✗	✗
	Pupillométrie dans des conditions de lumière différentes	Séquence d'images Conditions contrôlées	✗	Une seule image Lumière ambiante	Une seule image
<b>Technique</b>	AL	Interféromètre de Michelson	Interféromètre laser Doppler	Interféromètre laser Doppler	Interféromètre laser Doppler
	Kératométrie	Disques Placido	Led	Anneaux de Mire	Anneaux de Mire
	ACD	Lampe à fente (segment horizontal)	Lampe à fente	Interféromètre	Scheimpflug segment horizontal

TABLEAU I : Caractéristiques communes et certaines spécifiques des biomètre par interférométrie à cohérence partielle.

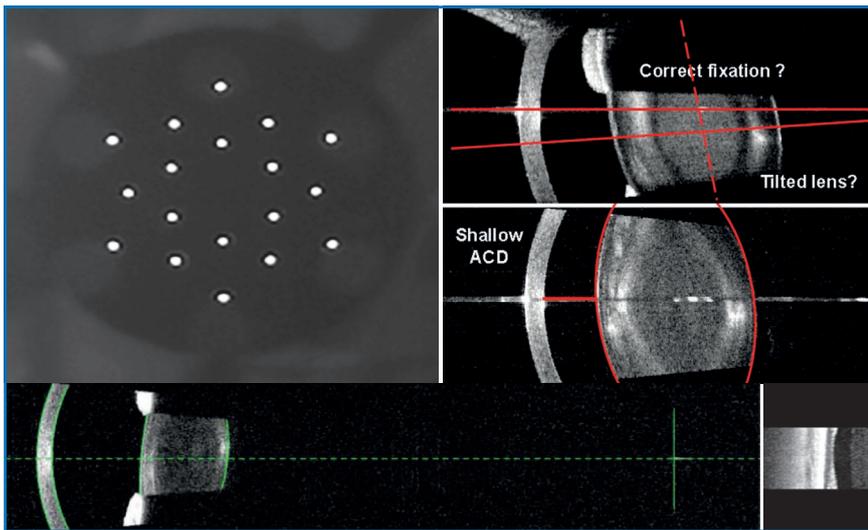


FIG. 2 : Kératométrie télécentrique 3 zones. Visualisation du point de fixation et image de référence par OCT Swept Source. IOLMaster 700 (Zeiss).

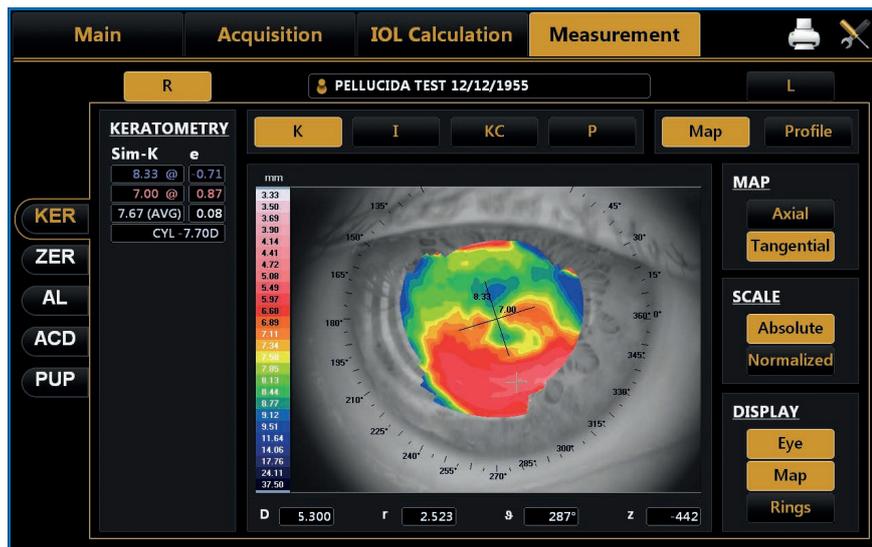


FIG. 3 : Topographie cornéenne. Aladdin (Topcon).

Il mesure également la longueur axiale, la pachymétrie cornéenne non contact, la pupillométrie, la distance de blanc à blanc. Il peut être équipé en option d'une sonde à ultrason en mode A pour une prise de mesure dans 100 % des cas.

>>> Aladdin (Topcon) prend 6 mesures en 0,2-0,3 seconde. Outre la kératométrie, il évalue la longueur axiale, la profondeur de la chambre antérieure, la distance blanc à blanc, la topographie cornéenne,

la pupillométrie dynamique. Il est le seul biomètre à permettre le calcul des aberrations sphériques cornéennes.

### Topographie cornéenne

Elle doit être considérée comme indispensable avant une implantation torique. Les topographes de Placido permettent une évaluation quantitative et qualitative. La mesure quantitative est

réalisée à partir de la mesure de milliers de points sur une zone centrale de 1,6 mm de points, la zone aveugle centrale étant de 1,6 mm. L'analyse qualitative s'attache à vérifier le caractère régulier et symétrique. Elle permet d'éliminer les astigmatismes irréguliers ou très asymétriques, qui représentent des contre-indications à l'implantation torique.

Les topographes d'élévation mesurent effectivement la zone centrale sans extrapolation. Ces mesures seront comparées à celles du kératomètre ou du SimK du topographe. Toute discordance doit faire suspecter un astigmatisme irrégulier, et contre-indique une implantation multifocale.

>>> Ces topographes améliorent la précision des mesures, permettent de suspecter et/ou de détecter un kératocône fruste ou une atteinte traumatique avec astigmatisme postérieur (fig. 3). Malgré les résultats encourageants de certaines études, le kératocône doit être considéré comme une contre-indication à l'implantation torique en première approche.

>>> Ces topographes mesurent par ailleurs la puissance de la face postérieure de la cornée. G. Savini [5] a étudié l'influence de cet astigmatisme postérieur sur l'astigmatisme total chez 157 patients présentant un astigmatisme cornéen préopératoire  $\geq 1D$ . L'astigmatisme kératométrique préopératoire était conforme dans 84 %, inverse dans 11,5 % et oblique dans 4,5 % des cas. L'astigmatisme postérieur était  $> 0.5D$  dans 55,4 % et  $> 1D$  dans 5,7 % des cas. Il était plus cambré sur l'axe vertical dans 93 % des cas. Comparé à l'astigmatisme cornéen total, l'astigmatisme kératométrique surestime les astigmatismes conformes de  $0.22D \pm 0.32$  (SD), sous-estime les astigmatismes inverses de  $0.21 \pm 0.26D$  et surestime les astigmatismes obliques de  $0.13 \pm 0.37D$ . En pratique, **une différence entre l'astigmatisme kératométrique et**

## LE DOSSIER

# Astigmatisme

**l'astigmatisme total était  $\geq 0.5D$  dans 16,6 % des cas** et une différence d'axe le plus cambré  $\geq 10^\circ$  dans 3,8 % des cas.

### Calcul de puissance, sites internet, choix de la LIO

#### 1. Puissance sphérique

Les astigmatismes cornéens significatifs sont plus volontiers associés aux fortes amétropies [6]. Les amétropies résiduelles (mal nommées erreurs réfractives) sont plus fréquentes pour les fortes amétropies. Elles influencent par ailleurs le résultat cylindrique. Il est donc indispensable que les mesures et les formules de calcul soient le mieux adaptées possible (en fonction des connaissances actuelles). La puissance de l'implant est calculée le plus souvent à partir de la kératométrie et de la longueur axiale. Comme nous l'avons évoqué, la kératométrie est choisie par confrontation de différentes mesures, car elle représente la principale source d'erreur. Cependant, la limite réelle actuelle est la prédiction de la position effective (*effective lens position* [ELP]) de la lentille intraoculaire (LIO) dans l'œil après l'intervention par les formules de calcul dont nous disposons. Parmi les formules de calcul courantes, SRK/T, Haigis et Holladay 2 sont plus précises et recommandées surtout chez le myope fort. Hoffer Q peut être utile chez l'hypermetrope bien qu'avec une tendance myopisante. SRK/T est probablement la formule la plus polyvalente à l'heure actuelle. Les constantes A optimisées du site ULIB <http://www.augenklinik.uni-wuerzburg.de/ulib/c1.htm> sont plus précises que celles des fabricants et d'une grande utilité.

La plupart des biomètres sont équipés des principales formules de calcul. Pour les formules plus rares des sites internet dont <http://www.doctor-hill.com>, le site de l'ASCRS ou celui de la SAFIR

peuvent être utilisés. Les formules les plus récentes sont souvent protégées et disponibles que sur certains appareils. Il reste à démontrer leur supériorité.

#### 2. Puissance cylindrique

La puissance cylindrique est calculée sur le site internet du fabricant de l'implant choisi ou sur les stations de mesures préopératoires qui le permettent. Il faut alors recopier les données (source d'erreur), car la commande directe de la LIO au fabricant n'est malheureusement pas encore possible. Sur la plupart des sites, il est demandé de renseigner la kératométrie, la puissance sphérique choisie, l'astigmatisme chirurgicalement induit et le site de l'incision. Sur certains sites, il est possible de choisir l'implant torique en fonction de l'astigmatisme résiduel souhaité, ce qui est utile. D'autres sites mémorisent certaines données de base du chirurgien et de sa technique, ou de ses préférences (site d'incision, ACI, sous-correction).

Il serait logique que, rapidement, il soit possible de commander les LIO toriques directement après le calcul et le choix afin d'éviter une resaisie, une perte de temps et des erreurs toujours possibles.

#### 3. Choix de la LIO

Comme pour toute LIO, plusieurs facteurs entrent en ligne de compte :

- les matériaux : les matériaux hydrophobes sont plus adhésifs ;
- les dessins : monoblocs ou 3 pièces mono-matériaux ;
- l'asphéricité : sphérique, asphéricité nulle ou négative ;
- le filtre : lumière bleue ou pas ;
- la taille d'incision possible : la microincision est indispensable pour limiter l'ACI. Avantages aux acryliques hydrophiles ;
- le préchargement représente la voie du futur. Certaines LIO toriques sont déjà préchargées ;

- la puissance cylindrique et sphérique disponible : certaines compagnies peuvent fournir des puissances extrêmes tant pour la sphère que pour le cylindre, ce qui est très utile pour les fortes amétropies ;
- la limitation de l'opacification de la capsule postérieure : avantage aux acryliques hydrophobes et aux bords postérieurs carrés.

### Astigmatisme chirurgicalement induit

Il est souhaitable de tenir compte de l'astigmatisme chirurgicalement induit (ACI) pour prédire le résultat de l'implantation torique. Les incisions neutres sont idéales ; c'est loin d'être le cas en pratique [4], même si ses variations ne constituent pas la principale cause d'imprécision du résultat [1]. Les incisions de petites tailles et temporales sont les mieux adaptées pour réduire l'ACI.

Certains logiciels, comme celui du Verion (Alcon), permettent de calculer rétrospectivement l'ACI pour un chirurgien donné sur une série de patients afin d'accroître la précision. Le site du Dr Hill [http://www.doctor-hill.com/physicians/sia\\_calculator.htm](http://www.doctor-hill.com/physicians/sia_calculator.htm) dispose de la même fonction. Dans le futur, l'évaluation des propriétés mécaniques de la cornée de chaque patient permettra de mieux prédire.

Verion et Callisto permettent de positionner précisément les incisions en préopératoire et de calculer l'effet de leurs modifications éventuelles sur le choix de la LIO torique et son axe.

### Reconnaissance oculaire, calculs, planification, système d'injection d'image

Les systèmes de reconnaissance, de planification et d'injection d'image

dans le microscope représentent le futur de la chirurgie phacoréfractive dont l'implantation torique fait partie. Ils créent un environnement en réseau, allant de la consultation au bloc opératoire via Internet et susceptible d'accroître notablement la sécurité opératoire et la précision réfractive sphéro-cylindrique et accommodative pour le présent et le futur.

Ils ne résolvent pas pour le moment le problème de limitation des formules de calcul et de prédiction de la position effective de l'implant (clé de la précision réfractive) après l'intervention, mais nous sommes sur le chemin.

L'ORA (*Optiwave refractive analysis*) sera bientôt disponible. C'est un aberromètre installé sur microscope opératoire, qui va mesurer la réfraction peropératoire sur un patient aphaque ou pseudophaque, permettant de déterminer et/ou de vérifier la puissance sphéro-cylindrique de l'implant et le bon positionnement de l'implant. Il pourra être couplé au Verion pour vérifier l'axe de l'implant torique et le modifier le cas échéant.

### Verion Image Guided System (système de guidage par l'image Verion, Alcon)

#### 1. En consultation, l'unité de référence Verion comprend un module de mesure et un planificateur

Le module de mesure de l'unité de référence Verion :

- acquiert une image de référence diagnostique en haute résolution de l'œil du patient (**fig. 4**);
- mesure la kératométrie, la position et le diamètre du limbe, le blanc à blanc, la position de l'apex cornéen, l'excentricité de l'axe visuel, la pupillométrie;
- détecte automatiquement les caractéristiques des vaisseaux scléaux, du limbe, de la pupille et de l'iris.

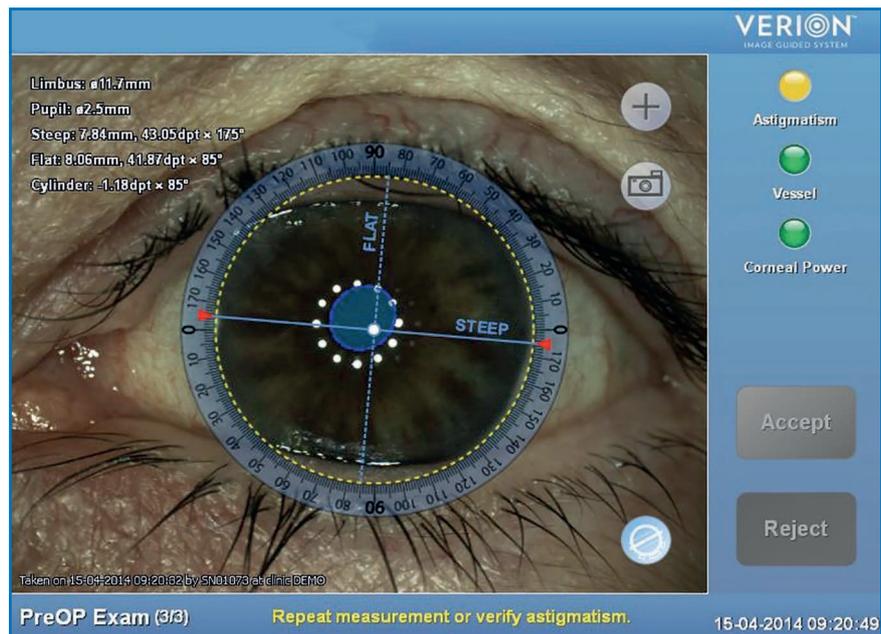


FIG. 4: Verion, unité de référence : acquisition (Alcon).

Le planificateur de l'unité de référence Verion permet une planification de la chirurgie :

- les données de longueur axiale peuvent être directement importées du biomètre Lenstar LS 900, ou copiées du biomètre IOLMaster 500 ou 700 (Zeiss) ou autres;
- les calculs des puissances des LIO utilisent des formules avancées multiples avec sélection de l'implant et de la puissance sphérique et cylindrique;
- les principales formules de calcul sont disponibles sur Verion: Holladay 2, Holladay 1, Hoffer Q, Haigis, SRK/T et Holladay R. Il disposera bientôt de la formule Barrett Universal II;
- la gestion de l'astigmatisme préopératoire est assurée grâce à la détermination de la position optimale des incisions cornéennes, la puissance adaptée des implants toriques, la prédiction de l'astigmatisme induit par la chirurgie;
- il permet une analyse rétrospective des résultats destinée à optimiser les calculs pour chaque chirurgien, aussi bien d'un point de vue sphérique que pour l'ACI.

#### 2. Au bloc opératoire, le marqueur numérique Verion

>>> Le marqueur numérique Verion est le seul à pouvoir être utilisé sur le laser femtoseconde LenSx (Alcon). Grâce au marqueur numérique L, les incisions sont automatiquement positionnées après reconnaissance.

>>> Le système d'injection d'images MID aide à positionner toutes les incisions, à calibrer le capsulorhexis, à centrer les LIO et positionner les implants toriques très précisément grâce à l'injection de l'axe choisi avant l'intervention.

#### Callisto markerless (Zeiss)

Ce système intégré est performant et convivial. Il inclut plusieurs composantes :

>>> En consultation, le IOLMaster 500 équipé du système ORI (*Option reference image*) présente une interface conviviale et ergonomique. Il comprend un grand nombre de formules de calcul (dont

## LE DOSSIER

# Astigmatisme

les formules après chirurgie réfractive cornéenne type Haigis L) ainsi que les constantes optimisées ULIB, rendant plus précises les prédictions réfractives. Il disposera bientôt de la formule Olsen C, tenant compte de la position prévisionnelle de l'implant dans le sac capsulaire. L'upgrade ORI permet d'acquérir dans le même temps l'image de référence pour l'injection d'image. Le taux d'échec est extrêmement faible, y compris chez des patients peu coopérants. Les principaux avantages de ce système sont sa rapidité et le fait que toutes les fonctions préopératoires sont intégrées (kératométrie, longueur axiale, calcul des LIO toriques image de référence).

>>> Au bloc opératoire, le Callisto eye comporte un assistant opératoire qui permet :

- la gestion du planning opératoire;
- la visualisation des données du patient;
- des fonctions d'assistance peropératoire (rhéxis, incisions limbiques relaxantes, alignements des implants toriques, etc.);
- la fonction d'alignement des implant toriques, utilisant ORI (reconnaissance du patient) préopératoire, augmente significativement la précision de l'ali-

gnement des implants toriques par l'injection dans l'oculaire (système EDI) droit de l'axe horizontal et de l'axe choisi pour le positionnement de l'implant torique (fig. 5).

### Information spécifique copaiement

Les implants toriques sont classés parmi les implants de technologie avancée (dits premiums) pouvant faire l'objet d'un copaiement par le patient.

Cependant, le montant de ce surcoût varie selon des facteurs économiques qui ne dépendent ni de l'opérateur ni du patient. Il est donc extrêmement variable d'un établissement à l'autre.

En tout état de cause, un devis doit être soumis et approuvé par le patient, et une facture doit lui être remise.

Par ailleurs, comme toute chirurgie, une information spécifique à la toricité doit être délivrée au patient oralement et par l'intermédiaire de la fiche SFO-SAFIR que l'on peut trouver sur <http://www.safir.org/fiches-d-informations-sfo-safir/implants-toriques-multifocaux-et-accomodatifs/>

Cette fiche doit être lue et approuvée par le patient.

### Conclusion

La correction des astigmatismes cornéens réguliers symétriques s'impose au chirurgien lors de l'intervention de la cataracte pour des valeurs  $\geq 1.5$  dioptrie et moins pour certains patients et pour les implants multifocaux. C'est une opportunité réfractive unique. La qualité et la rigueur de l'examen, des mesures et des calculs préopératoires constituent un des principaux facteurs de bon résultat. De nouvelles technologies nous aident à devenir encore plus précis et à mieux prédire.

### Bibliographie

1. FINDL O. Achieving emmetropia with cataract surgery: can we get better? 2015, Communication orale à la SAFIR Paris.
2. MIYAKE T *et al.* Long-term clinical outcomes of toric intraocular lens implantation in cataract cases with preexisting astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2014;40:1654-1660.
3. LEVY P. Implants multifocaux toriques in Presbytie. Rapport de la Société Française d'Ophthalmologie, B. Cochener, Editor. 2012, Elsevier Masson Paris p. 159-169.
4. DENOYER A *et al.* Femto-induced astigmatism, 2015. Communication orale à OPERA Barcelone.
5. SAVINI G *et al.* Influence of posterior corneal astigmatism on total corneal astigmatism in eyes with moderate to high astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2014;40:1645-1653.
6. HEIDARY G *et al.* The association of astigmatism and spherical refractive error in a high myopia cohort. *Optom Vis Sci*, 2005; 82:244-247.

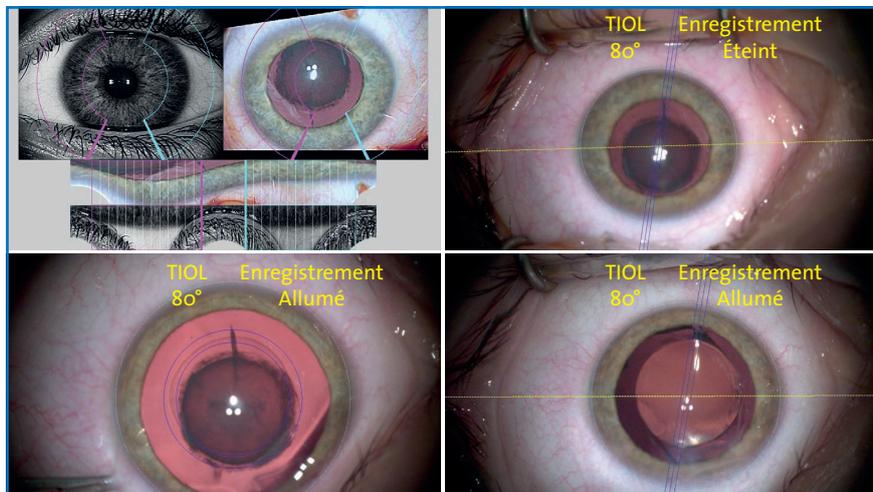


FIG. 5 : Cataracte suite markerless au bloc opératoire (Zeiss). Reconnaissance, injection d'image capsulorhexis et axes d'astigmatisme.

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