

# réalités

## OPHTALMOLOGIQUES

**NUMÉRO THÉMATIQUE**

**Chirurgie de l'astigmatisme :  
nouveau**

36.82  
37.61

135 150 165 180  
43.22 43.52 43.78

15 30 0  
43.82 43.65 43.70

37.08

36.94

36.86



[www.realites-ophtalmologiques.com](http://www.realites-ophtalmologiques.com)

La FMC de l'ophtalmologiste d'aujourd'hui pour préparer la médecine de demain



150 Years  
Science For A Better Life

# GLOBAL OPHTHALMOLOGY AWARDS PROGRAM\*

Une partie intégrante de l'engagement de Bayer HealthCare en ophtalmologie



**Deux catégories de prix :**

- **Research Awards\*\***
- **Fellowship Project Awards\*\*\***

Ces catégories proposent aux cliniciens mais aussi aux chercheurs en Ophtalmologie des solutions en relation avec leurs attentes ou leur développement professionnel. Pour l'édition 2014, le thème de recherche retenu sera relatif à la rétine et à ses troubles.

**Pour plus d'informations, rendez vous sur :**  
**[www.bayer-ophthalmology-awards.com](http://www.bayer-ophthalmology-awards.com)**

"Science for a better life = La science améliore la vie."

\* Programme de bourses de recherche en ophtalmologie ; \*\* Projet de suivi de recherche ; \*\*\* Prix de recherche

Conformément à la loi N° 2011-2012 du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé, Bayer Santé rendra publics les sommes versées, dans le respect des dispositions de l'article L 1453-1 du code de la santé publique et du décret visé aux articles L 1453-1, II et III du code de la santé publique. Nous vous informons que nous avons soumis pour avis la présente manifestation au Conseil compétent de l'Ordre des médecins.



**Global Ophthalmology Awards Program  
from Bayer**



# 8<sup>es</sup> JIFRO

Journées Interactives de Formation de Réalités Ophthalmologiques

Retenez dès à présent,  
les dates des 8<sup>es</sup> JIFRO!

Jeudi 29 janvier 2015  
et

Vendredi 30 janvier 2015

Palais des Congrès – Versailles



# 1-DAY ACUVUE® TruEye®

ACUVUE®  
LENTILLES DE CONTACT  
INNOVATION VISION SANTÉ

La sensation d'un œil  
sans lentille<sup>1,2,3,4</sup>

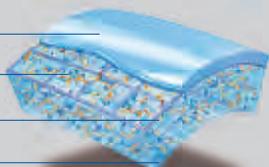
## Film lacrymal stable pour des yeux durablement plus hydratés<sup>1,2</sup>

Film lacrymal

Agent hydratant

Filtre UV

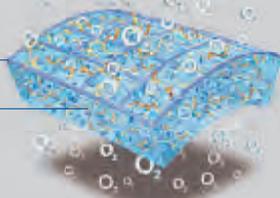
Eau



## Une consommation d'oxygène équivalente à un œil sans lentille<sup>3,4</sup>

Lentille

Oxygène



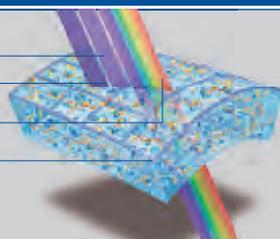
## Protection contre les UV de classe 1<sup>5</sup>

UVA

UVB

Lumière visible

Filtre UV



## 1-DAY ACUVUE® TruEye® a un confort comparable à un œil sans lentille.<sup>1,2,3,4</sup>

Son matériau en silicone hydrogel permet une oxygénation équivalente à un œil nu<sup>3,4</sup>. Elle dispose également d'un agent hydratant intégré grâce à la technologie HYDRACLEAR® 1 et d'une protection de classe 1 contre les UV.<sup>5</sup>

UV BLOCKING

100% SATISFAIT\*  
OU REMBOURSÉ



CONFORT<sup>1,2,3,4</sup> – VISION  
OXYGÉNATION<sup>3,4</sup> – FILTRE UV<sup>5</sup>

\*Voir modalités de remboursement sur [www.acuvue.fr/satisfaction](http://www.acuvue.fr/satisfaction). 1.JJVC Data on file 2013. 2.Chamberlain P. CLAE 2009; 32: 220. 3.Chamberlain P, Morgan P et al. Comfort and physiological response of neophytes with a DD SiH CL. CLAE 2009; 32 (5): 210-254. 4.Brennan N. Diffusion equation calculations of corneal oxygen consumption with SiH and hydrogel DD CL wear. Optom Vis Sci 2009 E-abstract 95809. 5.Toutes les lentilles de contact de la marque ACUVUE® possèdent un filtre UV de Classe 1 ou 2, aidant à protéger la cornée et l'intérieur de l'œil des rayons UV nocifs. Les lentilles de contact avec filtre UV ne peuvent se substituer à une protection oculaire absorbant les UV telle que les lunettes de soleil classiques ou avec coques latérales car elles ne recouvrent pas l'intégralité des tissus oculaires annexes. 1-DAY ACUVUE® TruEye® une marque déposée de Johnson & Johnson Vision Care, une division de ETHICON SAS, 1 rue Camille Desmoulins. TSA 81002. 92787 Issy-Les-Moulineaux Cedex 9. RCS Nanterre B 612 030 619. Les lentilles de contact ACUVUE® sont destinées aux amétropes sous réserve d'une prescription médicale. Avant toute utilisation, se référer à la notice d'utilisation qui accompagne le dispositif et respecter les consignes d'utilisation y figurant et figurant sur l'étiquetage. Il s'agit d'un dispositif médical de classe IIa (BSI0086). Mandataire Européen: Johnson & Johnson Medical Ltd. (Royaume-Unis). "Document réservé à l'usage des professionnels de santé". FR-APR-14-02-08

### 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 T. Desmettre, Dr D. Gatinel

### CONSEILLER DE LA RÉDACTION

Dr T. Amzallag

### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Dr R. Niddam

### SECRÉTARIAT DE RÉDACTION

E. Kerfant, A. Le Fur

### RÉDACTEUR GRAPHISTE

M. Perazzi

### MAQUETTE, PAO

J. Delorme

### PUBLICITÉ

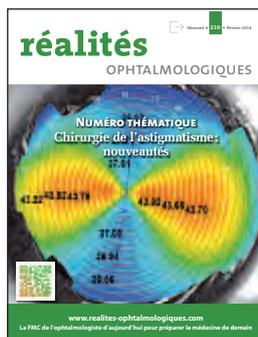
D. Chargy

### RÉALITÉS OPHTHALMOLOGIQUES

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  10-31-1745  
CS 10423 – 54001 Nancy cedex  
Commission paritaire : 0116 T 81115  
ISSN : 1242-0018  
Dépôt légal : 1<sup>er</sup> trimestre 2014



Février 2014 #210

## NUMÉRO THÉMATIQUE Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

- 5** **Éditorial**  
F. Malecaze
- 8** **Composantes de l'astigmatisme oculaire**  
D. Gatinel
- 16** **La chirurgie réfractive de l'astigmatisme par laser Excimer : bilan préopératoire, profils d'ablation, compensation de la cyclotorsion**  
L. Gauthier-Fournet
- 24** **Gestion de l'astigmatisme post-greffe de cornée**  
P. Loriaut, L. Laroche
- 28** **Gestion de l'astigmatisme dans la chirurgie de la cataracte**  
C. Albou-Ganem
- 33** **Implants phaqes dans la correction de l'astigmatisme**  
B. Cochener
- 38** **En pratique, on retiendra**

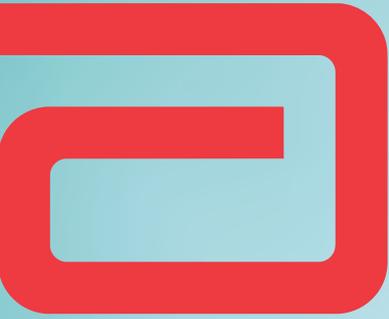
Un bulletin d'abonnement est en page 22  
Image de couverture : © Damien Gatinel

[www.realites-ophtalmologiques.com](http://www.realites-ophtalmologiques.com)

Le nouveau site de Réalités Ophtalmologiques

+ riche + interactif + proche de vous





# La gamme de LIO TECNIS® :

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



## TECNIS®

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.



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

## NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

## Éditorial

L'astigmatisme constitue une amétropie fréquente qui ne doit pas être négligée puisqu'elle est présente dans 85 % de la population. Sa prise en charge est devenue très accessible grâce aux progrès réalisés dans les domaines de la contactologie et de la chirurgie, permettant ainsi une amélioration significative de la prédictibilité des résultats réfractifs.

Ce défaut optique, d'apparence simple, cache une nature bien plus complexe, c'est la raison pour laquelle *Réalités Ophtalmologiques* consacre un numéro thématique aux nouveautés en matière d'astigmatisme. **Damien Gatinel** nous aidera, tout d'abord, à appréhender les différentes composantes de l'astigmatisme oculaire.



→ F. MALECAZE

Chef du Service d'Ophtalmologie  
CHU, TOULOUSE-PURPAN.

Sa correction par laser Excimer, rappelée ensuite par **Laurent Gauthier-Fournet**, est actuellement couramment pratiquée avec des résultats excellents. Son évaluation précise lors du bilan préopératoire s'avère primordiale afin d'obtenir un résultat clinique satisfaisant. Différents profils d'ablation sont utilisés en chirurgie réfractive cornéenne et doivent être judicieusement choisis de manière à réduire au maximum le volume de tissu photoablaté.

Les outils chirurgicaux concernent principalement la prise en charge des astigmatismes réguliers, mais représentent aussi une option intéressante dans le cadre d'astigmatisme induit par une greffe de cornée, dès lors que celui-ci compromet une récupération visuelle satisfaisante. **Patrick Loriaut** et **Laurent Laroche** nous exposent ainsi les différentes options chirurgicales possibles pour gérer l'astigmatisme postkératoplastie.

La prise en charge de l'astigmatisme en chirurgie de la cataracte est en constante augmentation ces dernières années. Le confort et la qualité visuelle en postopératoire sont nettement améliorés grâce à différents moyens de corrections qui vous sont exposés par **Cati Albou-Ganem**.

Enfin, en cas de fortes amétropies inaccessibles à une chirurgie cornéenne, l'implantation phaqué représente une alternative séduisante et permet de corriger la composante cylindrique de l'anomalie réfractive. L'implantation de lentilles toriques, qu'elles soient phaques ou pseudophaques, fait maintenant partie intégrante de la chirurgie dite "premium", et ces implants connaissent depuis quelques années un essor considérable dans l'arsenal thérapeutique du chirurgien réfractif. Les différents concepts disponibles sont présentés par **Béatrice Cochener** qui clôture le dossier en rappelant les exigences de l'implantation phaqué.

Nous espérons que ce numéro vous apportera entière satisfaction et répondra à la majorité de vos interrogations...

Bonne lecture

## NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

# Composantes de l'astigmatisme oculaire

**RÉSUMÉ :** Cet article concerne l'étude des composantes qui permettent de quantifier l'astigmatisme oculaire régulier pour en permettre le traitement statistique et prédire l'astigmatisme résiduel issu de l'effet cumulé de deux optiques génératrices d'astigmatisme comme la cornée et un implant de cristallin artificiel torique.



→ D. GATINEL  
Fondation Rothschild,  
CEROC, PARIS.

L'astigmatisme oculaire fait partie du quotidien de l'ophtalmologiste. Malgré la relative banalité de ce défaut réfractif, l'étude de son formalisme est plus délicate, en raison du caractère orienté de cette aberration. Cet article expose les principales méthodes qui permettent de quantifier l'astigmatisme oculaire régulier (corrigible par un verre de lunette sphéro-cylindrique), ce qui peut être utile pour calculer des moyennes, prédire l'effet cumulé de deux optiques génératrices d'astigmatisme (par exemple : cornée et implant de cristallin artificiel torique).

## Astigmatisme oculaire : vision fovéale

L'astigmatisme oculaire provoque une dégradation de la focalisation des rayons émis par une source ponctuelle située sur l'axe visuel : il est le plus souvent induit par la toricité de la cornée, dont la courbure (inversement proportionnelle à la vergence ou puissance optique) varie selon les méridiens. L'astigmatisme oculaire affecte la vision fovéale et, selon sa magnitude, réduit l'acuité visuelle et la sensibilité aux contrastes. L'astigmatisme oculaire diffère ainsi de celui qui peut entacher la qualité d'un système optique construit (objectif photo, télescope, microscope, etc.). Dans le cas de ces systèmes, l'astigmatisme affecte plutôt

l'image de points sources situés à distance de l'axe optique. En effet, en dehors de cas très particuliers, les lentilles et les surfaces optiques manufacturées présentent une symétrie de révolution : bien alignés et sans tilt, ils n'induisent pas d'astigmatisme pour les points situés sur l'axe optique. Il est toutefois plus difficile de contrôler l'astigmatisme des points situés à distance de l'axe optique, qui sont réfractés en une zone de focalisation tangentielle et une zone de focalisation sagittale.

Bien entendu, le décentrement (et/ou le tilt) d'une ou plusieurs lentilles pourtant non toriques d'un système optique peut induire de l'astigmatisme pour des points situés sur l'axe optique. Ce type de mécanisme intervient pour l'astigmatisme provoqué par le décentrement d'un traitement photoablatif au laser Excimer, une subluxation du cristallin, le décentrement ou le tilt d'implant, etc.). Dans ce type de situations, à l'astigmatisme dit "régulier" (corrigible avec un verre de lunette cylindrique) s'ajoute un astigmatisme dit "irrégulier", qui regroupe les aberrations optiques de haut degré (non corrigibles par verre de lunette) comme le coma, le trefoil, etc.

## Composantes anatomiques de l'astigmatisme oculaire

Dans des conditions physiologiques standard (œil phaqué) et certaines affections

pathologiques (ex : kératocône), l'astigmatisme est majoritairement induit par la toricité de la cornée: la courbure des méridiens varie entre deux extrêmes, dont les axes sont séparés par un angle de 90°.

Quand le méridien de courbure maximale (le plus puissant) est orienté à 90°/270° (ou est proche de cette direction), l'astigmatisme est direct (ou conforme). Quand le méridien le plus courbe est horizontal (direction 0°/180°), l'astigmatisme est inverse (non-conforme). Quand ces méridiens de courbure extrême sont alignés

le long (ou sont proches) des directions 45°/225° ou 135°/315°, l'astigmatisme est oblique. Le cristallin est pourvoyeur d'un astigmatisme dit "interne", dont la magnitude est généralement faible (moins d'une demi-dioptrie) [1].

Un désaxage plus important du cristallin vis-à-vis de la cornée peut provoquer l'apparition d'un astigmatisme oculaire: on observe cela dans de rares affections comme le syndrome de Marfan avec subluxation du cristallin (fig. 1), ou la myopie maligne. Dans ces cas précis, l'élon-

gation du globe oculaire peut entraîner un déplacement et une angulation significative du cristallin vis-à-vis de la cornée, en plus d'un éventuel déplacement de la fovéa vis-à-vis de l'axe optique "moyen" de la cornée et du cristallin. La mesure d'un astigmatisme oculaire chez un myope fort dont la cornée n'est pas ou peu torique a pu convaincre certains esprits de l'existence d'un "astigmatisme rétinien". Cette expression n'a pas véritablement de signification physique car la rétine n'est pas un élément réfractif, mais un écran "récepteur" de la lumière: dans ces situations cliniques, l'astigmatisme trouve son origine dans la position et la relatif décentrement et désaxage de la cornée et du cristallin, et non une quelconque géométrie de la couche des photorécepteurs rétiniens.

### Formalisme de l'astigmatisme oculaire

La mission thérapeutique de l'ophtalmologiste explique probablement que la description de l'astigmatisme oculaire recouvre en fait celle d'une prescription optique, permettant à l'opticien de tailler, puis délivrer la lentille sphéro-torique correctrice.

Ce formalisme, qui est en soit "discret" (un chiffre de magnitude, un chiffre d'axe), ne reflète pas exactement la nature de l'astigmatisme qui correspond à une variation continue de la vergence entre deux extrêmes, dont les axes respectifs sont séparés par un angle de 90° (fig. 2 A et B). Cette représentation continue peut être utilisée pour représenter le principe utilisé par un dispositif correcteur de l'astigmatisme: il doit induire un astigmatisme de même orientation mais de signe opposé (fig. 2 C). En cas de décalage angulaire entre l'astigmatisme initial et celui introduit par le dispositif correcteur (lentille de contact torique, implant torique...), on observe l'apparition d'un astigmatisme résiduel dont la magnitude et l'orientation dépendent de l'angle du décalage (fig. 2 D et E).

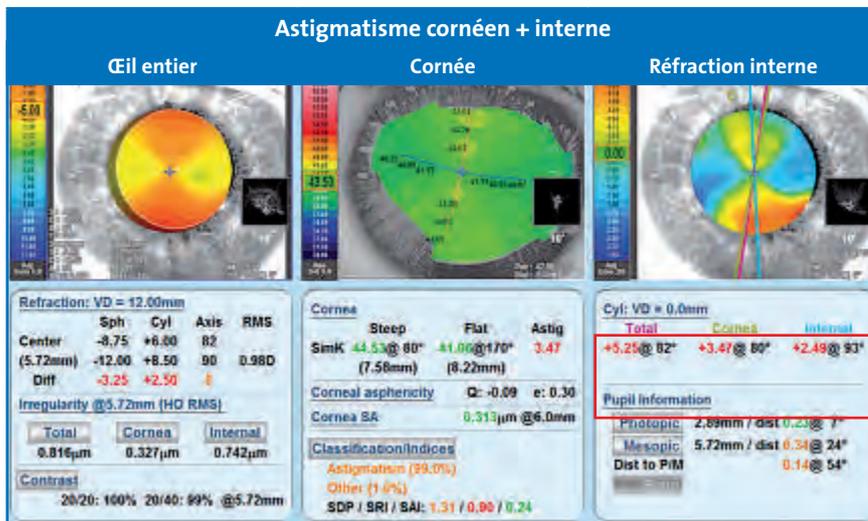


FIG. 1A: Examen topo-aberrométrique (OPDscan III) pour un œil atteint d'une subluxation cristallinienne (patient atteint d'un syndrome de Marfan). L'astigmatisme oculaire total résulte de la combinaison d'un astigmatisme cornéen et interne.

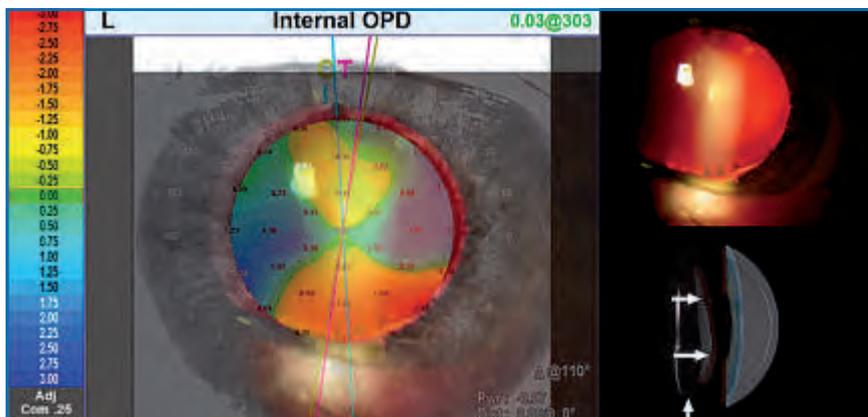
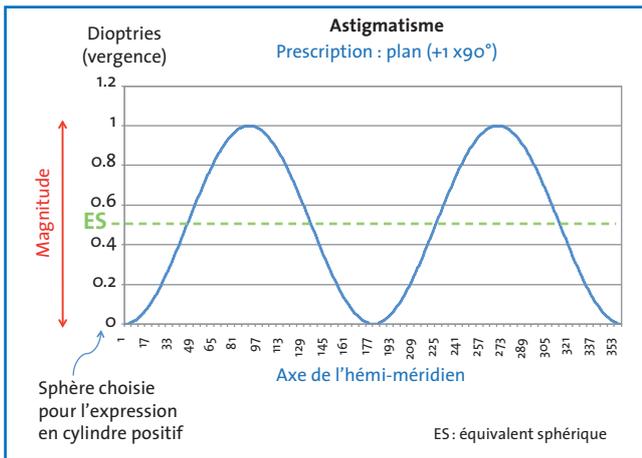


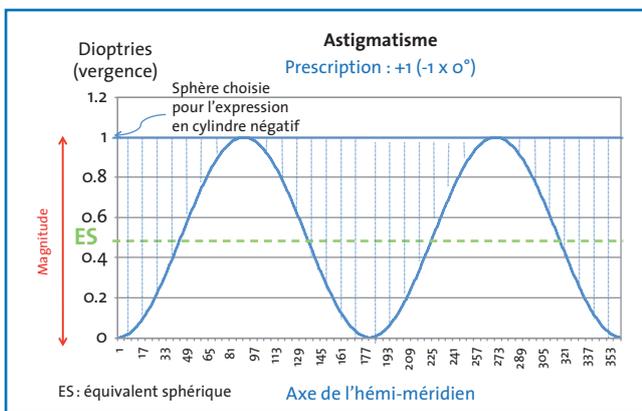
FIG. 1B: La composante interne de l'astigmatisme est liée aux lésions zonulaires, qui provoquent une subluxation de la lentille cristallinienne (noté l'aspect crénelé du bord inférieur du cristallin).

# NUMÉRO THÉMATIQUE

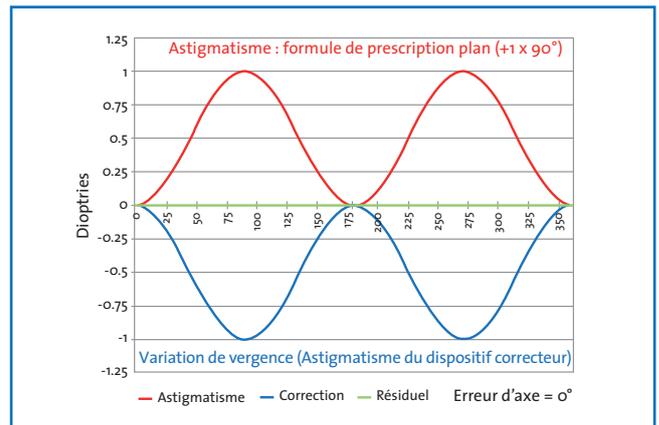
## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés



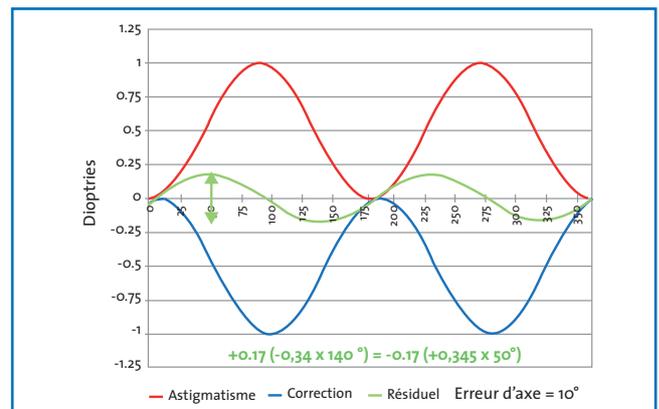
**FIG. 2A :** Représentation schématique de la variation de vergence induite par un astigmatisme oculaire hypermétropique simple dont la formule de prescription serait plan (+1x90°) pour les hémi-méridiens (0° à 360°). La magnitude de l'astigmatisme est de 1D, son signe est positif dans l'expression de prescription choisie. Dans cette formulation en cylindre positif, on choisit une valeur "zéro" (plan) pour la puissance de la sphère de correction, et on garde par convention (comme pour la formule de prescription) un signe positif pour la vergence du méridien le plus puissant. L'astigmatisme induit une double variation de la vergence sur 360°. Le différentiel de vergence (exprimée comme celle de la prescription nécessaire à la correction) varie entre 0D (hémi-méridiens d'axe 0° et 180°) et +1D (hémi-méridiens d'axe 90° et 270°). L'équivalent sphérique (ES) est égal à +0,5D. En réalité, sur un plan réfractif, tous les méridiens ont un défaut de vergence compris entre 1D (méridien horizontal, le moins puissant) et 0D (méridien vertical le plus puissant). La double oscillation de la vergence représentée sur le schéma est donnée par une fonction trigonométrique de type  $ES + \frac{1}{2} C \times \sin(2\alpha + \phi)$ , où ES est l'équivalent sphérique, C est la magnitude du cylindre (valeur positive),  $\alpha$  est l'axe de l'hémi-méridien considéré (variant entre 0° et 360°), et  $\phi$  l'axe de l'hémi-méridien le moins puissant.  $\phi$  dépend de l'orientation de l'astigmatisme. En appliquant la formule de trigonométrie :  $\sin(A + B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$  à cette expression, on obtient  $\sin(2\alpha + \phi) = \sin 2\alpha \cos \phi + \cos 2\alpha \sin \phi$ . Cos  $\phi$  et sin  $\phi$  correspondent à une constante. Quand  $\phi = 0$ , l'astigmatisme est inverse ou direct, en fonction du signe affecté à la magnitude de l'astigmatisme. Les variations de vergence causées par l'astigmatisme régulier peuvent être modélisées par une combinaison de fonctions sin 2 $\alpha$  et cos 2 $\alpha$  (voir notation Jo et J45 de Thibos).



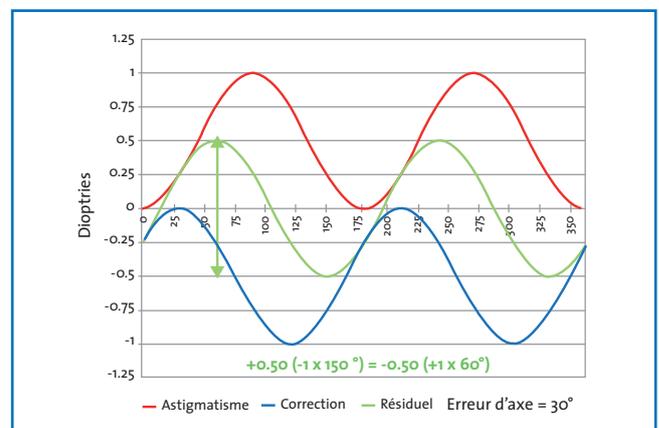
**FIG. 2B :** La formule transposée de prescription utilise la valeur de la sphère la plus positive comme niveau de référence, pour laquelle l'astigmatisme induit une double modulation sur 360°. L'inversion du signe de la magnitude de l'astigmatisme est équivalent à un décalage de 90° de l'orientation de l'astigmatisme.



**FIG. 2C :** Représentation schématique de la correction d'un astigmatisme hypermétropique simple par un dispositif correcteur : il doit induire un astigmatisme de magnitude opposée mais d'orientation identique.



**FIG. 2D :** En cas de décalage de 10° du dispositif correcteur, on obtient un astigmatisme résiduel de magnitude égale à 0,34D (courbe en vert), la formule de prescription de la réfraction obtenue est +0.17 (-0.34 x 140°).



**FIG. 2E :** En cas de décalage de 30°, l'astigmatisme résiduel présente la même magnitude que l'astigmatisme initial : son orientation a été modifiée (décalage de 30°).

Différents formalismes sont à même d'exprimer l'astigmatisme régulier en fonctions mathématiques qu'il est possible de traiter par des opérations arithmétiques courantes, pour effectuer des calculs et des comparaisons statistiques.

### 1. Prescription optique

L'astigmatisme oculaire est généralement exprimé comme une prescription optique par l'ophtalmologiste. Considérons l'expression libellée comme "plan (-1 x 0°)". L'équivalent sphérique (-0.50D qui correspond à la somme de la puissance sphérique et la moitié de la puissance cylindrique) suggère que l'œil affecté de cette prescription est un œil légèrement myope (dont le défocus moyen est d'une demi-dioptrie).

La formule de prescription plan (-1 x 0°) traduit la présence d'un astigmatisme myopique simple, où le méridien de plus forte puissance est situé à 90°/270°, ce que la présente formulation ne suggère pas implicitement... si l'on occulte le fait qu'elle correspond à une prescription optique. Il n'est toutefois pas évident de relier l'expression plan (-1 x 0°) à la présence d'un excès de puissance optique d'une dioptrie en regard du méridien situé à 90°!... Il serait plus adéquat (si l'on veut appréhender la formulation usuelle de l'astigmatisme oculaire de manière fonctionnelle) de considérer l'expression d'un astigmatisme oculaire ("cylindre" x "axe") comme la présence d'un manque ou d'un excès relatif de vergence égale au "cylindre" selon l'"axe". L'expression "(-1 x 0°)" traduit ainsi la réduction d'une dioptrie de la vergence du méridien orienté à 0°/180° vis-à-vis du méridien orienté à 90°/270°. On peut appliquer cette règle à l'expression transposée "-1 (+1x90°)": le méridien orienté à 90° possède bien un excès de vergence d'une dioptrie vis-à-vis du méridien orienté à 0°.

En dehors du monde de l'ophtalmologie et de l'optique visuelle, on s'affranchit de ces notations transposées car l'astig-

matisme y est défini et compris comme une variation de la réfraction autour d'un défocus moyen (ce défocus équivaut à la notion d'équivalent sphérique). L'astigmatisme correspond alors à une puissance dite "Jacksonienne", par analogie à la puissance du verre d'examen appelé cylindre de Jackson, qui ne comporte pas de défocus sphérique: un œil présentant un astigmatisme mixte avec un équivalent sphérique nul (exemple: +1(-2 x 90°)) présente ce type d'astigmatisme. Dans notre exemple précédent (réfraction = plan (-1 x 0°)), l'œil est affecté d'un excès de défocus myopique moyen de 0.5D et d'un astigmatisme de magnitude d'1D.

Explorée "en coupe" dans un plan méridional, la réfraction de l'œil varie selon le méridien considéré, autour de l'équivalent sphérique (-0.50D): emmétrope à 0°/180°, myope (-0.5D) à 45°/225° et 135°/315°, myope (-1.0D) et à 90°/270°.

Ces "subtilités sémantiques" peuvent paraître anecdotiques, mais elles induisent une certaine confusion dans certaines applications très concrètes comme la formulation de la puissance d'un implant de cristallin artificiel torique. En effet, la formulation de la puissance nominale de l'implant et celle de son cylindre peut être analogue à la formule de prescription... ou celle d'une variation de puissance cylindrique

autour d'une puissance moyenne. Ainsi, selon les fabricants, le label de puissance "22D cyl 3D" peut correspondre soit à un implant de puissance moyenne égale à 22D (celle de l'"équivalent sphérique"), dont les extrêmes varient entre 20.5D et 23.5D (exemple: implants toriques de la gamme Physiol ou Alcon), soit à un implant dont la puissance minimum (méridien cornéen le plus cambré) est égale à 22D, et la puissance maximum à 25D (exemple: implants toriques de la gamme Zeiss) (fig. 3). Dans cette configuration, la puissance "moyenne" de l'implant est alors de 23.5D...

Très familière pour l'ophtalmologiste, la formulation de prescription a de plus l'inconvénient de ne pas autoriser à effectuer directement certaines opérations comme le calcul d'une moyenne, ou du cumul de plusieurs astigmatismes. Il est, en effet, erroné de considérer que l'astigmatisme résultant de l'addition d'un astigmatisme d'1D orienté à 175° et d'un astigmatisme de 3D orienté à 5° correspondrait à un astigmatisme de deux dioptries orienté à 90°!

### 2. Polynômes de Zernike

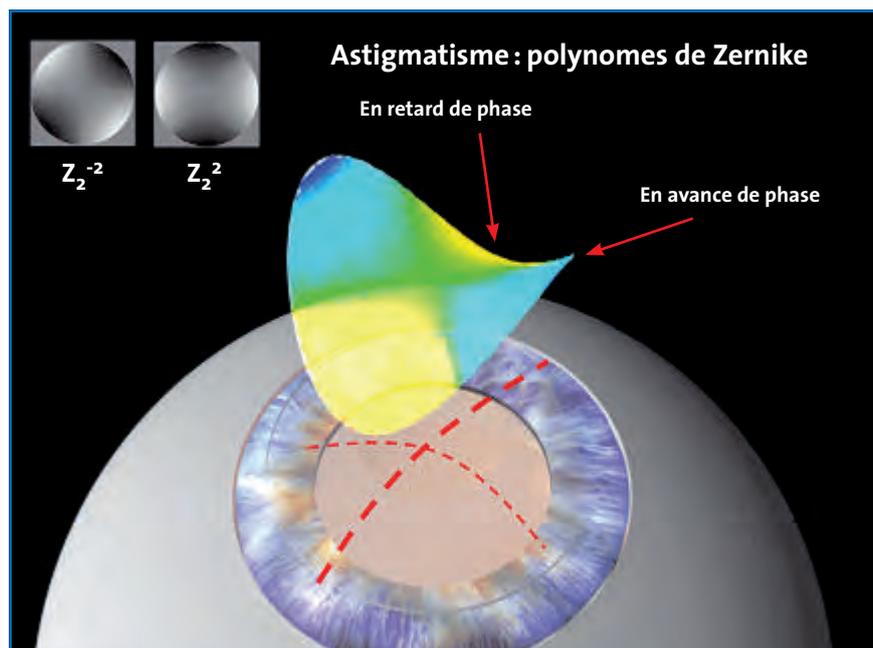
La mise à disposition des aberromètres en ophtalmologie permet d'exprimer l'astigmatisme oculaire en un langage plus mathématique, visant à quantifier l'effet de déphasage induit par l'astig-



FIG. 3: Implant de cristallin artificiel torique dont le label est exprimé comme une formule de prescription: +21.5 cyl +02.0. L'équivalent sphérique (ES) est +22.50D: cette valeur est celle que l'on obtiendrait si l'on effectuait une formule de calcul biométrique en utilisant la valeur de la kératométrie moyenne.

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés



**FIG. 4 :** Représentation schématique du déphasage infligé au front d'onde par un astigmatisme régulier "mixte" (équivalent sphérique nul). Les extrémités du méridien plat de la cornée sont géométriquement plus éloignées de la fovéa que celles du méridien cambré. Cet allongement du trajet optique fait qu'une onde lumineuse réfléchie depuis la fovéa vers la pupille "sort" de l'œil avec du retard vers le méridien plat (ou de l'avance vers le méridien cambré, ce qui revient au même). L'aberromètre mesure cette déviation, qui est localement de l'ordre de la longueur d'onde lumineuse (micron). Le déphasage infligé au front d'onde peut être exprimé comme une combinaison linéaire des fonctions de Zernike  $Z_2^{-2}$  et  $Z_2^{+2}$ .

matisme sur le front d'onde (fig. 4). Cet effet est scindé en deux composantes indépendantes, dont la contribution dépend de l'orientation de l'astigmatisme et de sa magnitude. Dans ce contexte, l'astigmatisme est décrit comme un déphasage continu sinusoidal "autour" du défocus (la valeur du défocus doit être comprise comme celle de l'équivalent sphérique). Il est quantifié par deux fonctions polynomiales, dont les symboles respectifs sont  $Z_2^{-2}$  et  $Z_2^{+2}$ , chacune étant affectée d'un coefficient RMS (noté respectivement  $C_2^{-2}$  et  $C_2^{+2}$ ) exprimé en microns.

Dans cette notation, l'indice ( $Z_2$ ) correspond à la "courbure" du déphasage induit, qui est donc un défocus parabolique. L'exposant ( $Z^{\pm 2}$ ) correspond à la fréquence azimutale faisant varier ce défocus : cette fréquence est égale à 2, car le défocus oscille "deux fois" sur 360° (les pics et les creux se situent en regard

de chacun des héli-méridiens principaux). La composante  $Z_2^{+2}$  est orientée pour refléter la composante directe ou inverse de l'astigmatisme, alors que la composante  $Z_2^{-2}$  est orientée pour refléter la composante oblique (45°/135°).

N'importe quel astigmatisme régulier peut être décrit par la combinaison de ces fonctions, en faisant varier le signe et la valeur de chacun des coefficients  $C_2^{-2}$  et  $C_2^{+2}$ . Par exemple, le déphasage induit par un astigmatisme parfaitement direct ou inverse sera exprimé par une valeur positive ou négative du coefficient  $C_2^{+2}$ , et nulle pour le coefficient  $C_2^{-2}$ . Un astigmatisme parfaitement oblique (méridien de puissance extrême orienté à 45° ou 135°) sera exprimé par une valeur positive ou négative du coefficient  $C_2^{-2}$ , et nulle pour le coefficient  $C_2^{+2}$ . Les autres orientations pourront être atteintes en pondérant judicieusement la valeur des coefficients.

L'avantage de cette notation est de faciliter le traitement mathématique et statistique de l'astigmatisme : elle s'affranchit de la valeur de l'axe, par une "projection" sur deux fonctions dont l'orientation est fixée. Bien entendu, des formules de conversion permettent de transcrire en notation "Zernike" un astigmatisme ("cylindre" x "axe") pour un diamètre de pupille donné. Il est important de garder à l'esprit que le diamètre du front d'onde analysé influe sur la valeur des coefficients de Zernike. Pour fournir les éléments d'une comparaison pertinente entre différentes mesures, le recueil des valeurs des coefficients affectés à ces polynômes doit donc être effectué sur un diamètre pupillaire identique.

### 3. Coefficients $J_0$ , $J_{45}$ (notation de Thibos)

Cette notation s'apparente dans ses principes à la notation en polynômes de Zernike, mais elle permet de conserver l'unité "dioptrie" pour caractériser la magnitude de l'astigmatisme [2]. L'astigmatisme oculaire peut être décomposé en deux composantes de puissance vectorielle  $J_0$  et  $J_{45}$  dont on calcule les coefficients en utilisant les notations suivantes :

$$J_0 = \frac{1}{2} C \times \cos(2 * \phi)$$

$J_{45} = \frac{1}{2} C \times \sin(2 * \phi)$ , où  $C$  est égal à la magnitude de l'astigmatisme, et  $\phi$  est l'axe (en radian) correspondant à l'orientation de l'astigmatisme (qui doit être exprimé dans la formule de prescription en cylindre positif).

La valeur absolue du coefficient qui pondère la composante  $J_0$  reflète le "poids" de l'astigmatisme direct (ou inverse, en fonction du signe), alors que celle de la composante  $J_{45}$  reflète le "poids" de l'astigmatisme oblique. Cette notation est utile pour effectuer des calculs de moyennes [3] ou comparer l'efficacité de deux stratégies de correction de l'astigmatisme [4].

#### 4. Coefficients de Fourier

Cette notation est généralement employée en topographie cornéenne (fig. 5). L'opération de transformation de Fourier consiste à décomposer un signal périodique complexe en une somme d'harmoniques élémentaires (fonction cosinus ou sinus). Le signal est représenté ici par la mesure sur 360°, à une distance donnée du centre de la pupille (ou du vertex cornéen), de la puissance kératométrique locale, ou de l'élévation vis-à-vis d'une surface de référence: ce signal est périodique, car on revient au point de départ et l'on décrit la même variation du paramètre mesuré à chaque fois que l'on fait un tour complet!

L'astigmatisme est assimilé à une harmonique exprimée par un cosinus ou sinus  $2\alpha$ . La distance séparant la hauteur du "pic" et la profondeur du "creux" correspond à la magnitude de l'astigmatisme. La position des pics et des creux corres-

pond aux axes respectifs des héli-méri-diens principaux, et permet de retrouver facilement l'axe de la formule de prescription à même de permettre la correction de l'astigmatisme cornéen.

#### 5. Représentation vectorielle

Les vecteurs offrent un outil efficace pour la résolution de nombreux problèmes mathématiques, notamment en géométrie. Ils se prêtent également à la modélisation de nombreux problèmes en physique. L'astigmatisme est défini par une magnitude et une orientation, et à ce titre, peut être modélisé comme un vecteur.

Un vecteur est généralement représenté par un segment orienté (une flèche), qui est caractérisé par sa longueur, sa direction et son sens (fig. 6). Il est facile de modéliser la valeur absolue de la magnitude de l'astigmatisme comme la longueur de la flèche. Dans un réf-

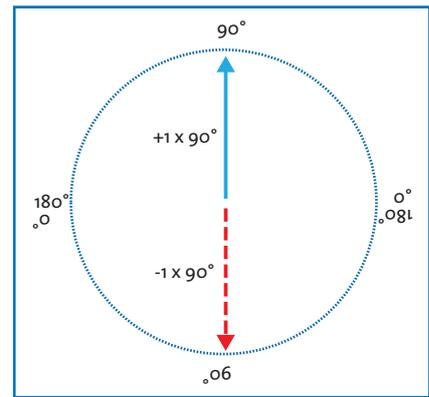


FIG. 6: Exemple de représentation vectorielle de l'astigmatisme: l'astigmatisme correspondant à une formule de prescription (+1x90°) est représenté par la flèche bleue, orientée dans un hémiquadrant supérieur. La correction de cet astigmatisme peut être accomplie par un vecteur d'astigmatisme de magnitude égale mais de direction opposée (pointillés rouges). Ce type de représentation est utile pour estimer le cumul de plusieurs astigmatismes.

rentiel plan, l'orientation de l'astigmatisme peut être assimilée à l'angle formé par la flèche vis-à-vis d'une direction de référence (exemple: 0°/180°). Le signe (positif ou négatif) de la magnitude (le signe du cylindre dans la notation de prescription) définit le sens de la flèche.

L'addition de deux astigmatismes peut s'effectuer comme une somme vectorielle, c'est-à-dire l'addition de flèches permettant de définir un nouveau vecteur. En additionnant deux flèches de même orientation, de même magnitude mais de sens opposé, on obtient un vecteur de longueur nulle; ce type de "neutralisation" correspond à l'addition d'un astigmatisme de (+1 x 90°) et de (-1 x 90°). On peut ainsi concevoir la correction d'un astigmatisme de même orientation, de même magnitude, mais de sens (signe) opposé.

Pour modéliser l'addition de deux astigmatismes, l'utilisation de vecteurs requiert certaines précautions, car l'astigmatisme correspond à une double oscillation de la puissance optique entre

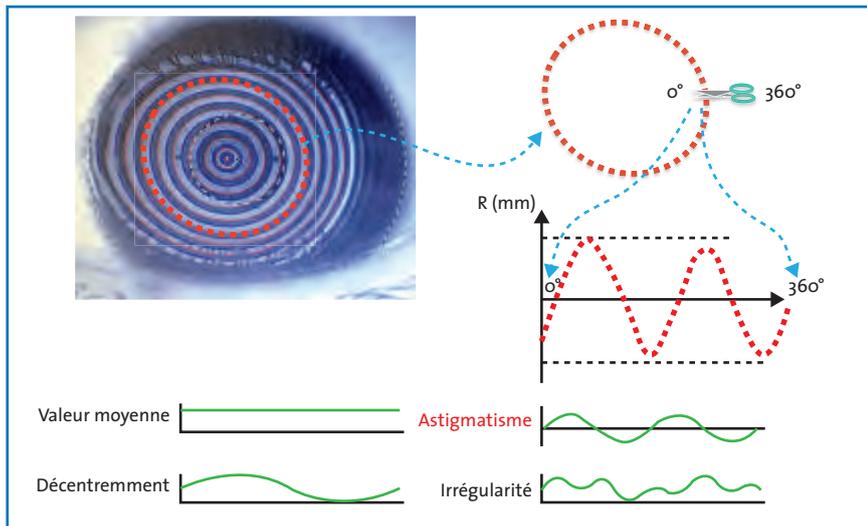
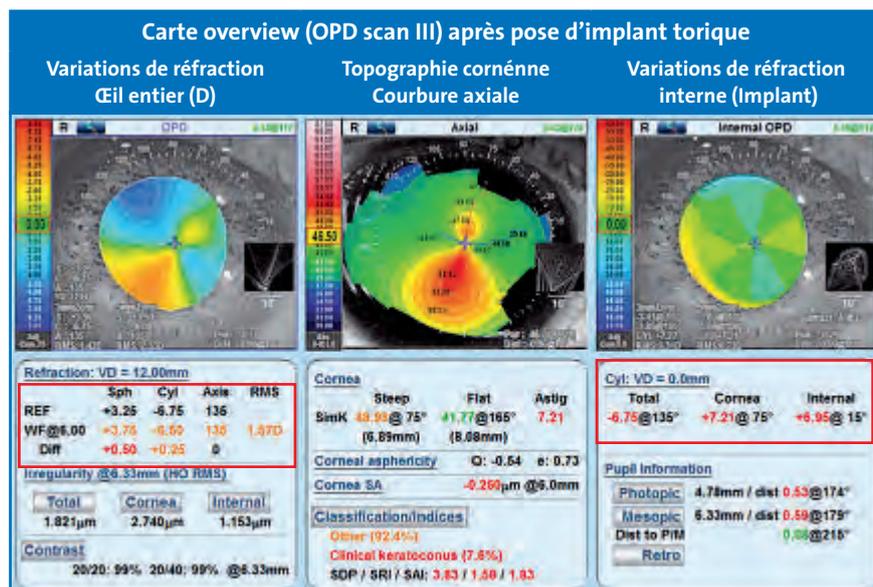


FIG. 5: Principe de l'analyse de Fourier en topographie cornéenne. Dans cet exemple, l'analyse concerne les variations de la puissance kératométrique sagittale de la surface antérieure de la cornée. Le bord de chaque anneau (reflet du disque de Placido) est analysé comme suit. Considérons le bord matérialisé ici par l'anneau en pointillé rouge. Les variations de la kératométrie le long de cet anneau (sur 360°) sont alors représentées en "déroulé" sur le graphique, entre 0° et 360°. La valeur moyenne de la kératométrie est calculée, ainsi que l'amplitude entre ses valeurs extrêmes. L'astigmatisme (régulier) est exprimé par la seconde harmonique paire. Les coefficients des harmoniques suivantes sont calculés, puis additionnés et regroupés dans un coefficient unique "Irrégularité". Ce calcul est répété pour chacun des anneaux obtenus à partir de l'image de réflexion des mires circulaires. Pour chaque harmonique, la valeur du coefficient global final est égal à la moyenne des coefficients mesurés sur tous les anneaux. La valeur du coefficient de la seconde harmonique correspond au "poids" de l'astigmatisme régulier.

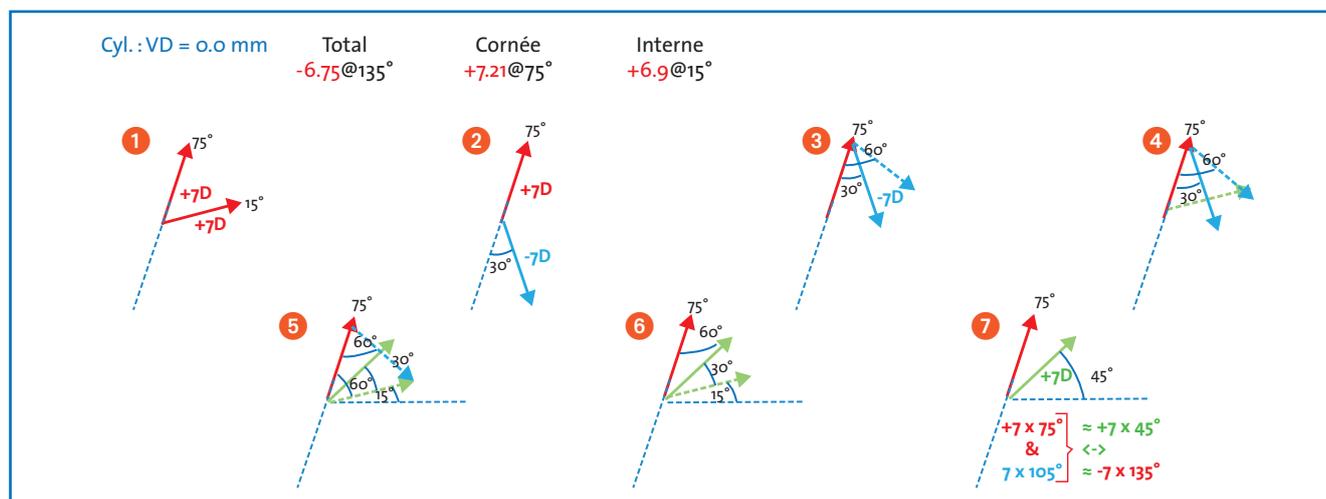
# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

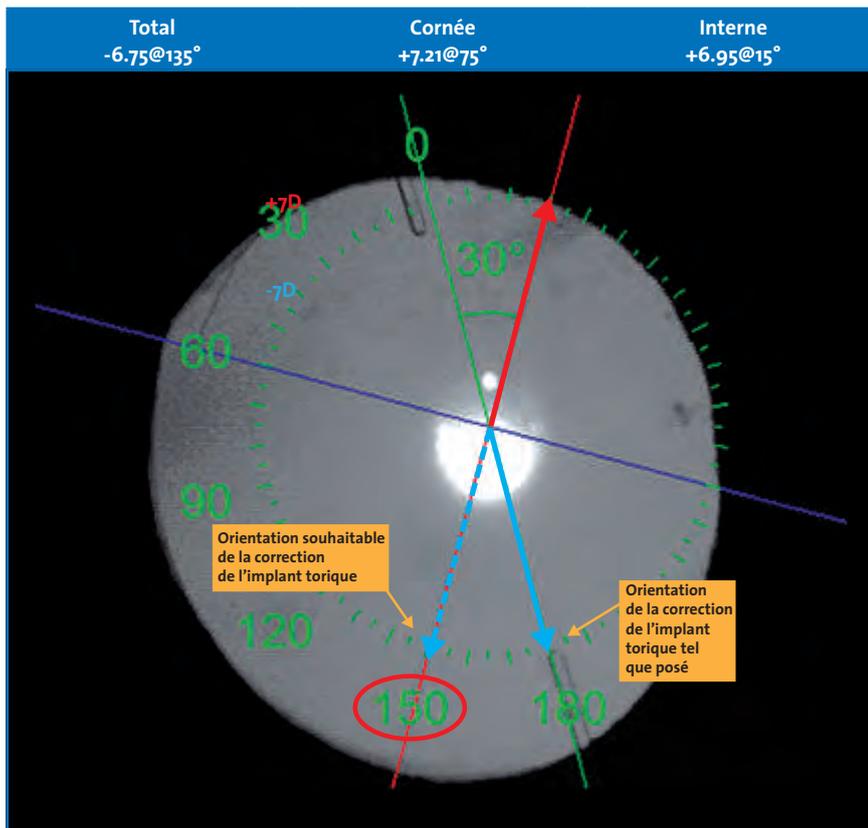


**FIG. 7A:** Carte topo-aberrométrique (OPDScan III) : œil opéré de cataracte avec pose d'un implant torique visant à corriger 7 dioptries d'astigmatisme kératométrique. La réfraction totale objective mesurée par la fonction aberrométrique du topographe est de +3.25 (-6.75 x 135°) : cette réfraction est celle d'un œil atteint d'astigmatisme mixte. L'astigmatisme cornéen est de +7.21 x 75°, l'astigmatisme interne (induit par l'implant) est de +6.95 x 15° (soit un cylindre négatif équivalent est orienté à 105° : -6.95 x 105°). Il en résulte un astigmatisme oculaire total (cornéen + interne) égal à +6.75 x 135°. La cornée présente un astigmatisme asymétrique (carte axiale, au centre) avec des valeurs kératométriques supérieures à la normales. Ce motif topographique de courbure axiale est très évocateur de kératocône. (À droite, l'encadré rouge contient les valeurs des magnitudes et axes des astigmatismes oculaire total, cornéen antérieur, et interne tels que mesurés par le topographe-aberromètre).

0° et 360°. Il suffit d'un demi-tour (180°), et non d'un tour complet (360°) pour décrire toutes les orientations possibles d'un astigmatisme... Ainsi, un astigmatisme de magnitude +1D orienté à 0° (+1 x 0°) est identique en magnitude et en orientation à un astigmatisme de +1° orienté à 180° (+1 x 180°). Pour éviter de commettre une erreur liée à cette redondance, il faut doubler la valeur de l'angle qui sépare deux vecteurs d'astigmatisme, avant d'additionner leurs flèches respectives. La longueur de la flèche résultante correspond à la magnitude de l'astigmatisme résultant de l'addition. Pour déterminer son orientation en formule de prescription, il est nécessaire de réduire l'angle correspondant à l'orientation de la flèche obtenue de moitié. Il est possible d'adopter certaines conventions de signes et d'orientation conduisant à représenter de manière graphique et simplifiée l'addition de deux astigmatismes (fig. 7). Il est alors possible, "à la main", d'évaluer les conséquences (l'astigmatisme résultant) d'un défaut d'orientation entre un dispositif correc-



**FIG. 7B:** Calcul vectoriel: estimation de la résultante entre astigmatisme cornéen et interne (pour un décalage mesuré de 30°):  
 1: Transcription vectorielle de l'astigmatisme cornéen (orienté à 75°) et interne (orienté à 15°). Les magnitudes sont arrondies à 7D.  
 2: Conversion en cylindre négatif de l'astigmatisme interne.  
 3: On aligne les flèches avant sommation.  
 4: On double l'angle (30° → 60°), car l'astigmatisme "oscille" deux fois sur 360°.  
 5: On effectue alors la somme des vecteurs: on obtient une flèche résultante de 7D, et orientée à 15° (l'ensemble des flèches forme un triangle équilatéral).  
 6: L'angle formé entre la flèche résultante et l'astigmatisme cornéen initial est divisé par deux (en raison de la double oscillation de l'astigmatisme sur 360°): la flèche résultante forme un angle de 45° avec l'horizontale.  
 7: La résultante finale est un astigmatisme de 7D orienté à 45°. Rappelons que +7 x 45° est équivalent à -7 x 135°, on retrouve la direction et la magnitude de l'astigmatisme total. En conclusion, l'erreur d'orientation de 30° de torique explique la magnitude et l'orientation de l'astigmatisme résiduel.



**FIG. 7C :** Capture en rétro-illumination de l'image pupillaire après dilatation (OPD Scan III) : les marques repères de l'implant permettent de mesurer un angle de 30° entre l'axe du méridien le plus cambré (en rouge) et l'axe le moins puissant de l'implant (repéré en alignant un réticule le long des marques périphériques correspondant au méridien le moins puissant de l'implant). Les flèches rouges et bleues matérialisent l'orientation des vecteurs d'astigmatisme de la cornée (flèche rouge) et de l'implant torique (flèche bleue).

teur (lentille torique, implant torique) et un astigmatisme oculaire ou cornéen. On conçoit alors aisément qu'un désaxage de 30° d'un dispositif correcteur de magnitude opposée (exemple :  $-2 \times 30^\circ$  pour corriger  $+2 \times 0^\circ$ ) impose la conser-

vation de la magnitude de l'astigmatisme (l'astigmatisme résiduel sera de 2D) : le doublement de l'angle est égal à 60° ; et la longueur identique des flèches vectorielles dessine lors de leur addition un triangle équilatéral.

## Conclusion

Cet article fournit une représentation non exhaustive du formalisme utilisé pour le traitement mathématique et statistique de l'astigmatisme oculaire (le traitement matriciel de l'astigmatisme a été volontairement omis). Son auteur espère que le lecteur aura entrevu que l'apparente simplicité des formules de prescription d'astigmatisme utilisées en ophtalmologie dissimule en fait la nature bien plus complexe de ce défaut optique courant.

## Bibliographie

1. READ SA, COLLINS MJ, CARNEY LG. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clin Exp Optom*, 2007;90:5-19.
2. THIBOS LN, WHEELER W, HORNER D. Power vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optom Vis Sci*, 1997;74:367-375.
3. MILLER JM. Clinical applications of power vectors. *Optom Vis Sci*, 2009;86:599-602.
4. GATINEL D, HOANG-XUAN T. Geometric customization of optical and transition zone parameters for treatment of compound myopic astigmatism with the Nidek EC-5000 excimer laser. *J Refract Surg*, 2007;23:924-930.

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

## NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

# La chirurgie réfractive de l'astigmatisme par laser Excimer : bilan préopératoire, profils d'ablation, compensation de la cyclotorsion

**RÉSUMÉ :** La chirurgie réfractive de l'astigmatisme au laser Excimer donne aujourd'hui des résultats proches de ceux de la correction des amétropies sphériques. La qualification de cette astigmatisme et sa quantification sont des étapes essentielles sur le chemin d'un bon résultat optique. L'astigmatisme cornéen antérieur est le plus souvent responsable de la très grande partie de l'astigmatisme total. Sa quantification par des kératomètres classiques bien connus de l'opérateur reste d'actualité. La topographie systématique en raison du dépistage du kératocône ne vient en général que confirmer les données du kératomètre.

Dans certains cas, il existe une discordance entre les données kératométriques et réfractométriques et, dans ces cas-là, une analyse des données d'élévation antérieures, postérieures, voire une analyse du WaveFront, permettront d'affiner les modalités de traitement qui pourront être personnalisées en fonction de ces examens. Des profils adaptés peuvent être utilisés dans tous les types d'astigmatisme. Les résultats sont optimisés par un contrôle de la rotation du globe oculaire que ce soit manuellement par le marquage préalable des axes d'astigmatisme sur le globe oculaire, mais aussi aujourd'hui par l'utilisation de *trackers* rotatifs passifs ou actifs.



→ L. GAUTHIER-FOURNET  
Ophtalmologiste,  
SAINT-JEAN-DE-LUZ.

La photoablation au laser Excimer est la technique de choix de correction des astigmatismes. La qualification et la quantification de ces derniers sont les enjeux majeurs de telles procédures. Seule une bonne compréhension de la nature et du mécanisme de ces astigmatismes permettra des résultats optimaux souvent meilleurs qu'une approche entièrement automatisée, disponibles aujourd'hui sur la plupart des plates-formes lasers.

## Support anatomique de l'astigmatisme et méthodes d'exploration

L'astigmatisme peut être porté par les différents dioptries oculaires, certains étant facilement examinables, d'autres n'étant connus que par extrapolation.

### 1. L'astigmatisme cornéen antérieur

C'est à la fois le plus fréquent, le plus important et, heureusement, le plus facilement étudiable et quantifiable. Le dioptrie cornéen antérieur a une puissance d'environ 49 dioptries. Il a été le premier étudié par les ophtalmologistes.

Helmutz, le premier, dès 1853, a inventé le kératomètre duquel s'est inspiré le premier Javal, qui projette sur la surface antérieure de la cornée deux mires (*fig. 1*). La mesure de la distance du reflet de ces deux mires sur le film lacrymal sert à déterminer le rayon de courbure. Classiquement, cette mesure est effectuée sur un rayon de 3 mm explorant donc une surface de cornée plus importante sur les cornées bombées que sur les cornées plates.

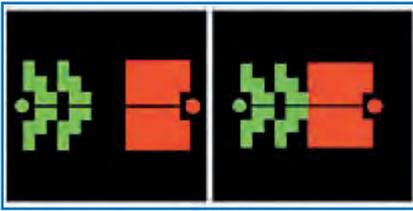


FIG. 1.

Les reproches les plus importants ayant été faits à cette technique ont été :

- l'extrapolation d'une mesure paracentrale à une puissance centrale probablement plus importante, quant à l'évaluation d'une puissance cornéenne utile en optique clinique;
- la forte dépendance de ces techniques à la qualité du film lacrymal.

Des systèmes beaucoup plus sophistiqués, mais reposant sur le même principe du reflet de figures géométriques sur la cornée, ont été ensuite développés : ce sont les topographies cornéennes spéculaires dérivées du disque de Placido qui consistent à projeter des cercles concentriques sur la surface antérieure de la cornée (fig. 2) et en recueillir le reflet qui

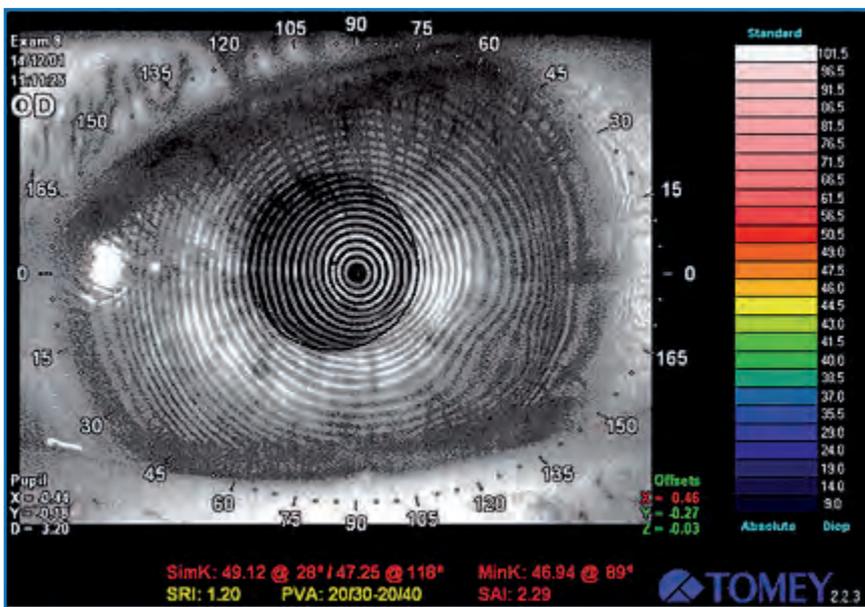


FIG. 2.

est, ensuite, analysé par un logiciel permettant ainsi de relever les différences de courbure entre des milliers de points situés sur tous les méridiens (et non plus sur deux méridiens comme le Javal) et à toute distance de l'apex cornéen, si l'on excepte l'extrême centre, qui constitue une tache aveugle en raison de l'absence de cercles et de la présence de la caméra au centre du dispositif.

Les appareils de biométrie optique employés pour les calculs d'implant (IOLMaster, Lenstar, etc.) utilisent le même principe en multipliant le nombre de points analysés, certains étudiant une zone plus étroite (Lenstar), voire plusieurs cercles concentriques (fig. 3).

La topographie antérieure d'élévation n'est pas, elle, obtenue par l'analyse du reflet de mires, mais par le *scanning* d'une fente lumineuse sur un axe ou sur plusieurs axes (caméra Scheimpflug).

Cette topographie antérieure ne dépend pas du film lacrymal (fig. 4), elle est donc plus fiable sur des cornées pathologiques et devrait donner plus

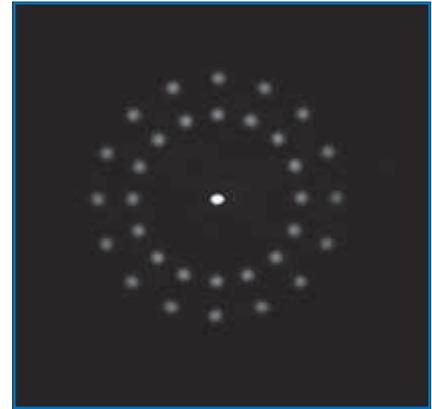


FIG. 3.

d'informations sur l'extrême centre de la cornée. En pratique, elle n'est pas aujourd'hui unanimement reconnue comme donnant plus d'informations sur la surface antérieure et est souvent couplée à la topographie Placido au sein du même appareillage de mesure (Orbscan, Sirius, etc.).

## 2. L'astigmatisme cornéen postérieur

Ce dioptré est d'une puissance beaucoup moins importante en raison de la faible différence d'indices de réfraction entre l'humeur aqueuse et la cornée. Il n'est étudiable que depuis l'apparition des topographies d'élévation. Ces dernières, étant capables de produire des cartes pachymétriques, peuvent, à partir de la topographie antérieure, en déduire des rayons de courbure postérieurs (fig. 5).

Cette face postérieure étant d'une puissance sept fois moindre à la surface antérieure. L'astigmatisme qu'elle porte sera par définition sept fois plus faible à différence de rayon de courbure entre les deux héli-méridiens identique par rapport à la face antérieure.

Son faible gradient et un parallélisme, certes imparfaits, mais indiscutables par rapport à la face antérieure, en font le plus souvent négliger l'impact sur l'astigmatisme cornéen total extrapolé de la face antérieure.

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

### 3. L'astigmatisme cristallinien

Il n'est pas, à ce jour, explorable directement. La plupart des praticiens l'ont assimilé à la différence entre l'astigmatisme

total et l'astigmatisme cornéen. Cette extrapolation est probablement largement entachée d'erreurs par la difficulté de quantification exacte de cet astigmatisme cornéen et de l'absence de prise

en compte de l'astigmatisme postérieur. Combien de chirurgiens ont été déçus par la persistance d'un astigmatisme après phaco-exérèse, inexpliqué par nos modes de mesure de l'astigmatisme cornéen.

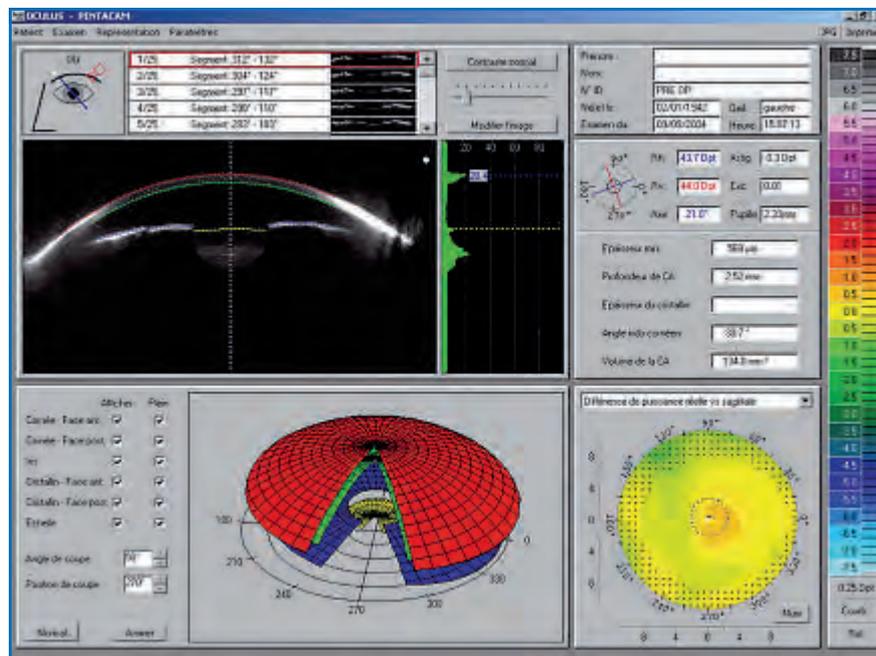


FIG. 4.

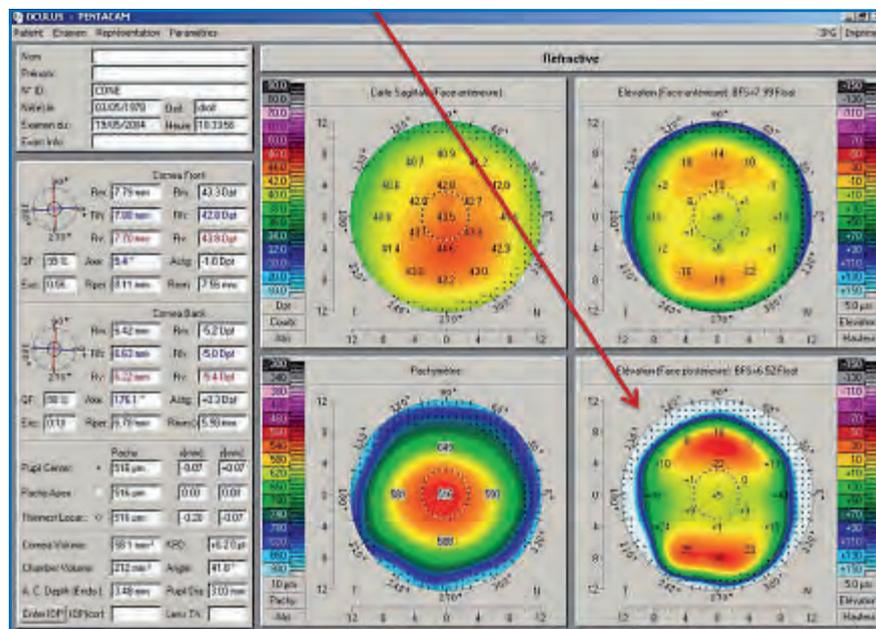


FIG. 5.

### 4. L'astigmatisme postérieur

Il correspond à la non-sphéricité du pôle postérieur, il n'est pas lui non plus mesurable. Il est probablement plus important sur des yeux à grande longueur axiale et à pôle postérieur déformé (Colobome).

### 5. L'astigmatisme total

Il est la résultante de tous les astigmatismes précédemment cités. Il est le seul, avec l'astigmatisme cornéen antérieur, à être utilisé en pratique clinique. Il est évalué par la réfractométrie automatique et les techniques de WaveFront et apparentés qui consistent à envoyer des informations lumineuses vers la rétine passant à travers tous les dioptries oculaires et à analyser le retour de ces signaux lumineux.

Cette étude peut se limiter à un seul diamètre comme dans la réfractométrie automatique conventionnelle ou dans le cas du WaveFront à l'étude de toute la surface de réfraction. La réfractométrie automatique est donc au WaveFront ce que le Javal est à la topographie cornéenne.

### Problèmes pratiques de mesure d'un astigmatisme régulier en vue d'une correction chirurgicale

Un astigmatisme régulier peut se résumer à une formule sphéro-cylindrique avec une variation régulière de la puissance cornéenne entre deux hémiméridiens séparés de 90 degrés. Plus prosaïquement, dans le cadre d'un bilan préopératoire d'un astigmatisme, certains problèmes doivent être résolus,

quant aux paramètres à utiliser pour la correction des astigmatismes au laser Excimer. En effet, en dehors des traitements personnalisés que nous aborderons ultérieurement, l'astigmatisme devra être défini par une formule sphéro-cylindrique et l'astigmatisme va être défini comme une quantité et un axe.

#### ● Les kératomètres

Ils constituent encore aujourd'hui la base de détermination de ces astigmatismes en raison de leur reproductibilité et du consensus quant aux paramètres mesurés. Ils sont, certes, un peu différents entre les différents modèles mais le chirurgien réfractif devra connaître et avoir l'expérience de son appareil de mesure, il existe un véritable couple technologique kératomètre et laser Excimer.

Par retour d'expérience, le chirurgien devra corréliser la puissance de l'astigmatisme mesuré et la programmation sur le laser utilisé. Le problème majeur est la discordance entre l'astigmatisme kératométrique et l'astigmatisme réfractométrique. Cette discordance peut être de deux types :

>>> **Discordance de puissance.** La mesure réfractométrique devra être favorisée car, outre le fait que cet astigmatisme représente la réfraction totale, on peut imaginer que la réfraction totale étant une mesure plus centrale que la simple kératométrie, elle appréhende parfois mieux l'astigmatisme cornéen qu'une kératométrie un peu trop périphérique. Ceci est surtout vrai pour les cornées prolates, la topographie cornéenne serait alors théoriquement capable d'appréhender cet astigmatisme paracentral, mais l'absence de consensus sur les diamètres utilisés et l'hétérogénéité des machines ne permettent pas de l'utiliser en pratique.

>>> **Discordance d'axe.** Ce problème est le plus délicat à gérer. Il suppose

l'existence de différents astigmatismes portés par différents dioptries. Ces patients ont très souvent en préopératoire une acuité visuelle imparfaite et les résultats de la chirurgie de l'astigmatisme sont souvent plus aléatoires. Sur le plan théorique, l'astigmatisme réfractométrique devrait être retenu ou mieux l'ablation devrait être guidée par un WaveFront mais, en pratique, les résultats cliniques sont souvent médiocres tant il est difficile de compenser un astigmatisme interne par un astigmatisme cornéen antérieur.

En cas d'incohérence, la fiabilité des mesures devra systématiquement être remise en question avec, en particulier, une anamnèse des mesures de l'astigmatisme à partir du dossier d'un patient connu antérieurement.

En particulier, la perte de l'éniantomorphisme (perte de l'image en miroir de la topographie cornéenne) devra faire suspecter une anomalie de position de la tête au moment de la mesure. Bien sûr, il faudra également écarter, dans ce cas-là, une cornée kératocône suspect.

### Problèmes pratiques de mesure d'un astigmatisme irrégulier en vue d'une correction chirurgicale

Les méthodes de mesures actuelles apportent une telle précision que, sur le plan théorique, aucun astigmatisme ne correspond strictement à la définition d'un astigmatisme régulier tout comme, avec la sophistication des techniques d'imagerie médicale, aucun être humain ne peut se prévaloir d'avoir deux membres inférieurs de longueur strictement identique.

Un des enjeux majeurs est donc de déterminer à partir de quel degré un astigmatisme devra être considéré comme irrégulier et donc nécessiter une procédure chirurgicale spécifique.

Une définition clinique peut être proposée, à savoir qu'un astigmatisme peut être considéré comme régulier lorsque sa correction lunettes amène un patient à une acuité visuelle de 10/10.

Les cas les plus fréquents d'astigmatisme irrégulier sont :

#### >>> Les astigmatismes asymétriques.

Ils sont le plus souvent dus à une excentration du point de fixation par rapport au centre de la pupille (**fig. 6**) et sont donc plus fréquents chez l'hypermétrope. La prise en considération de cet angle kappa dans le centrage d'un laser où l'utilisation du *topolink* ou d'un *aberrolink* permet de compenser cette anomalie de fixation lorsqu'elle a une incidence clinique.

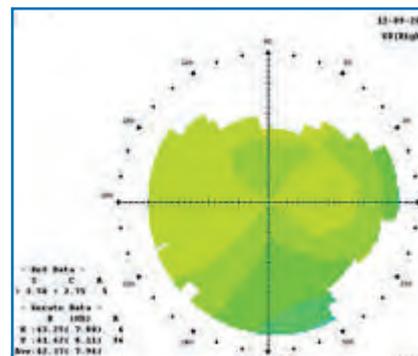


FIG. 6.

#### >>> Les astigmatismes post-chirurgicaux et post-traumatiques.

Ils sont essentiellement constitués par les décentrement de photoablation, les inhomogénéités de cette dernière et les diverses ulcérations cornéennes et plaies cornéennes. Elles sont du ressort des photoablations personnalisées, en général, à partir de la topographie cornéenne.

### Les différents types de photoablation

Ces dernières dépendent du type d'astigmatisme à corriger.

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

### 1. Astigmatisme myopique simple: exemple (-2 0°)

La photoablation devra aplatir un axe en laissant l'autre rayon de courbure inchangé. Une photoablation "en bande" est réalisée dans l'axe cornéen le plus plat (fig. 7). Cette photoablation ne peut être réalisée que par des *flyings spots* ou équivalents, les autres *delivery systems* vont automatiquement aplatir le contre-axe et devront pratiquer une photoablation complémentaire pour compenser ce *coupling effect*.

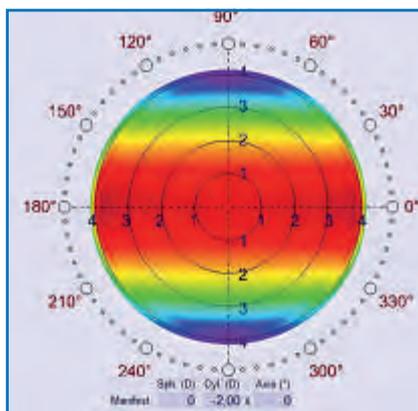


FIG. 7.

### 2. Astigmatisme myopique composé: exemple -3 (-2 0°)

Il faudra aplatir les deux axes dans des proportions variables. Deux types de procédures par les lasers selon la plate-forme:

>>> Une photoablation elliptique (fig. 8) grand axe dans l'axe le plus plat.

>>> Une photoablation séquentielle composée par la sommation d'un traitement myopique simple en bande et d'un traitement myopique sphérique pur.

### 3. Astigmatisme hypermétropique simple: exemple (90° +2)

Il faut alors bomber un axe sans avoir d'incidence sur le contre-axe.

La photoablation se fait "en aile de papillon" (fig. 9) sur l'axe le plus plat. Cette photoablation pure n'est là aussi réalisable que par des *flyings spots* de petits diamètres.

### 4. Astigmatisme hypermétropique composé: exemple +3 (+2 90°)

Il faut alors bomber un axe plus que le contre-axe. La photoablation en couronne sera alors plus profonde sur l'axe le plus plat (fig. 10).

### 5. Astigmatisme mixte: exemple +1 (-2 0°)

La photoablation est alors plus complexe devant bomber un axe et aplatir le contre-axe. Les lasers modernes gèrent seuls ce type de photoablation (fig. 11), certains chirurgiens pré-

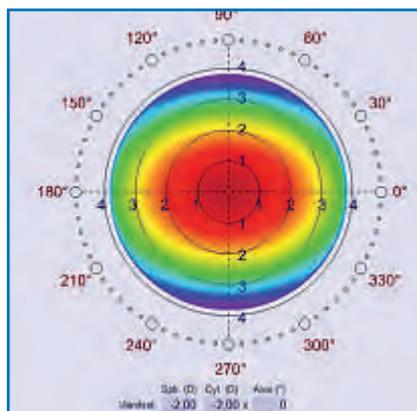


FIG. 8.

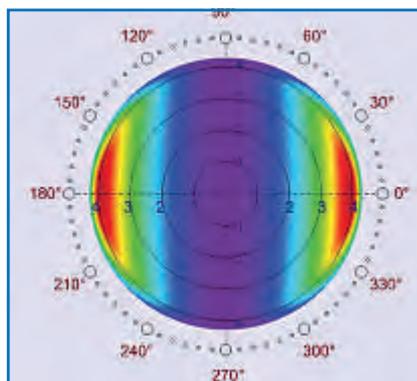


FIG. 9.

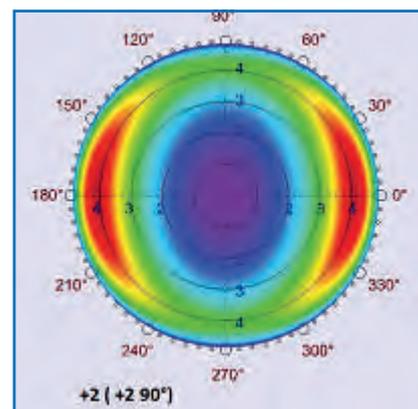


FIG. 10.

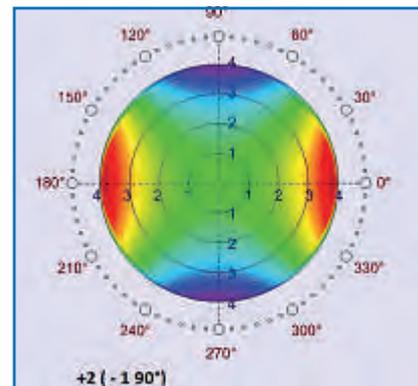


FIG. 11.

fèrent sommer une photoablation de 2 cylindres de signes opposés (cylindres croisés).

### Le traitement des astigmatismes complexes

Nous sommes dans le cadre du traitement des astigmatismes irréguliers qu'ils soient congénitaux ou post-traumatiques ou post-chirurgicaux.

Ils sont, en général, portés par la cornée, les astigmatismes internes importants étant en général liés à une pathologie cristallinienne comme, par exemple, dans le cadre d'un syndrome de Marfan et leur traitement impliquant un traitement de la cause (phaco-exérèse).

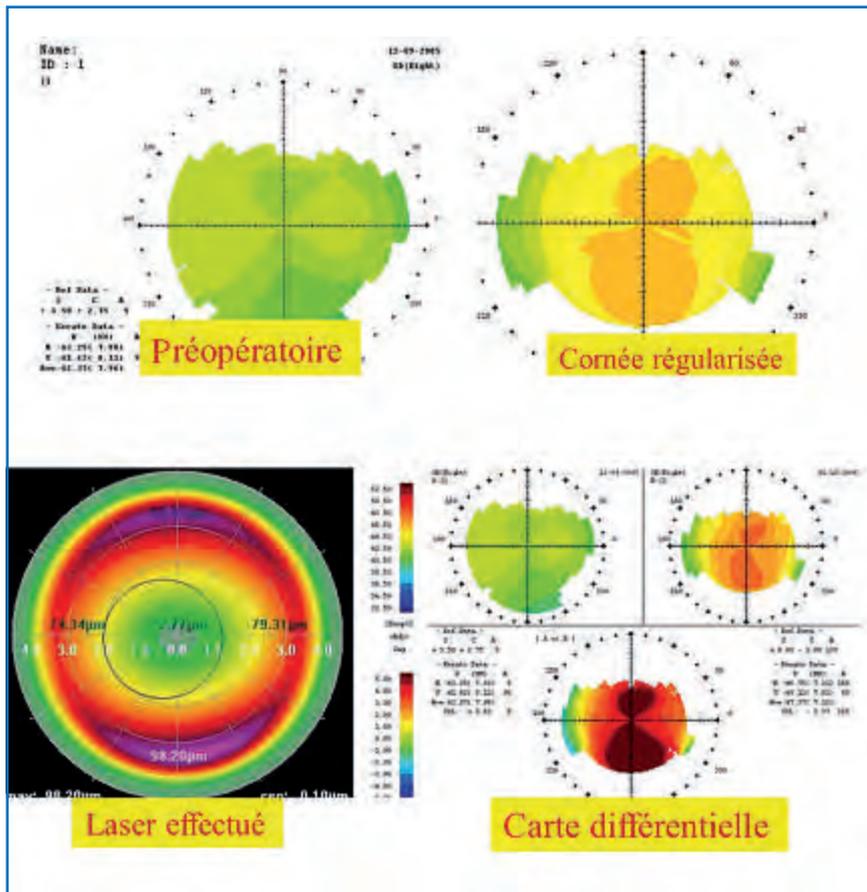


FIG. 12 : Régularisation d'une cornée asymétrique congénitale.

Les astigmatismes cornéens irréguliers font appels au *topolink* qui régularisera la cornée (fig. 12), certains lasers particulièrement perfectionnés permettant d'effacer sélectivement certaines décompositions des aberrations d'origine cornéenne en respectant d'autres. De nombreuses aberrations de hauts degrés participent à l'astigmatisme total (coma, tréfoil, etc.).

Les astigmatismes totaux peuvent également être corrigés en utilisant un *link* aberrométrique. Il faudra alors s'assurer de la fiabilité des mesures qui peuvent être fluctuantes et vérifier que l'anomalie interne ne soit pas un jour corrigée par une autre chirurgie (phaco-exérèse), ce qui engendrerait à nouveau un astigmatisme.

### Compensation de la cyclotorsion

La réalisation de la photoablation sur l'axe précis de l'astigmatisme est fondamentale. En effet, une erreur de 15° de l'axe de la photoablation peut induire une perte de 50 % de la correction cylindrique.

Les types de précautions peuvent être prises :

>>> **Le marquage en préopératoire** d'une position de référence le plus souvent l'axe de 0° ou de 90° lequel sera maintenu en position "manuellement" pendant la photoablation en référence à un oculaire s'affichant dans le microscope ou une croix lumineuse

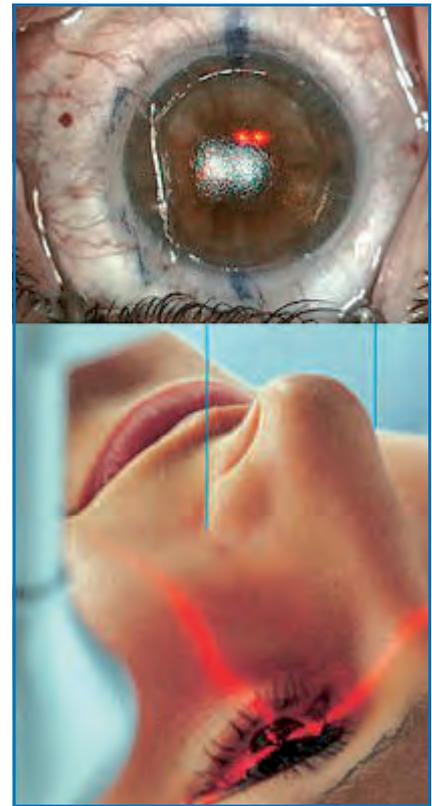


FIG. 13 : Marquage préopératoire de l'axe et maintien de l'alignement peropératoire.

matérialisant les méridiens verticaux et horizontaux (fig. 13).

>>> **L'utilisation d'eye tracker rotatifs** pouvant être actifs ou passifs. Dans tous les cas, une image de référence est prise en préopératoire par un appareil de couplage pouvant être selon les plateformes un topographe ou un WaveFront. Certains points caractéristiques qu'ils soient iriens ou limbiques sont sélectionnés par le système informatique et le *tracker* du laser va reconnaître ces points et déterminer ainsi la position de l'œil sous le laser. Le *tracking* peut alors être :  
 – **Passif** : la position de l'œil est repérée sous le laser avant la photoablation ; l'éventuelle erreur d'axe est compensée par réinitialisation d'une nouvelle position de référence. Aucune compensation n'est ensuite réalisée pendant la photoablation, l'œil étant censé ne plus



**Ozurdex**<sup>®</sup>  
(implant intravitréen à  
base de dexaméthasone 0,7 mg)

Amélioration prolongée de la vision  
jusqu'à 6 mois avec une injection unique<sup>1,2</sup>



**Indiqué en première intention<sup>(3,4)</sup> dans le traitement des patients adultes présentant :**

**OVR** Un œdème maculaire suite à une occlusion de la branche veineuse rétinienne (OBVR) ou de la veine centrale de la rétine (OVCR)

**Uvéite** Une inflammation du segment postérieur de l'œil de type uvéite non-infectieuse

OZURDEX<sup>®</sup> est un médicament d'exception qui doit être prescrit en conformité avec sa fiche d'information thérapeutique.  
Prescription réservée aux spécialistes en ophtalmologie.

**OZURDEX 700 microgrammes, implant intravitréen avec applicateur**  
**COMPOSITION QUALITATIVE ET QUANTITATIVE** Un implant contient 700 microgrammes de dexaméthasone. Excipients\* **FORME PHARMACEUTIQUE\*** **INDICATIONS THERAPEUTIQUES** OZURDEX est indiqué dans le traitement des patients adultes présentant un œdème maculaire suite à une occlusion de la branche veineuse rétinienne (OBVR) ou de la veine centrale de la rétine (OVCR). OZURDEX est indiqué dans le traitement des patients adultes présentant une inflammation du segment postérieur de l'œil de type uvéite non-infectieuse. **POSOLOGIE ET MODE D'ADMINISTRATION** OZURDEX doit être administré par un ophtalmologiste expérimenté dans les injections intravitréennes. Posologie\* : La dose recommandée est d'un implant OZURDEX à administrer dans le vitré de l'œil atteint. L'administration simultanée dans les deux yeux n'est pas recommandée. Les patients chez qui une amélioration de la vision est maintenue ne doivent pas être traités à nouveau. Les patients présentant une détérioration de leur vision, qu'OZURDEX ne parvient pas à ralentir, ne doivent pas être traités à nouveau. A ce jour, il n'existe pas d'expérience d'administration de doses répétées dans l'uvéite non-infectieuse du segment postérieur ou allant au-delà de 2 administrations dans l'occlusion veineuse rétinienne. Les patients doivent faire l'objet d'une surveillance après l'injection pour permettre une prise en charge précoce en cas d'infection ou d'augmentation de la pression intraoculaire. **Groupes de patients particuliers\*** : Patients âgés (65 ans et plus) : Aucune adaptation de la dose. Insuffisance rénale : Aucune précaution particulière. Insuffisance hépatique : Aucune précaution particulière. **Population pédiatrique\*** : Utilisation non justifiée pour l'occlusion veineuse. Aucune donnée disponible pour l'uvéite. **Mode d'administration\*** : Implant intravitréen à usage unique avec applicateur réservé à la voie intravitréenne uniquement. Chaque applicateur ne peut être utilisé qu'une seule fois pour le traitement d'un seul œil. **CONTRE-INDICATIONS** OZURDEX est contre-indiqué dans les situations suivantes : Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients ; Infection péri-oculaire ou oculaire active ou suspectée, incluant notamment la plupart des maladies virales de la cornée et de la conjonctive, dont la kératite épithéliale active à Herpès simplex (kératite dendritique), la vaccine, la varicelle, les infections mycobactériennes et les mycoses ; Glaucome avancé ne pouvant être correctement maîtrisé par la seule prise de médicaments ; œil aphaque avec rupture de la capsule postérieure du cristallin ; œil avec implant dans la chambre antérieure (ICA) et rupture de la capsule postérieure du cristallin. **MISES EN GARDE SPECIALES ET PRECAUTIONS D'EMPLOI\*** Les injections intravitréennes, dont les injections d'OZURDEX, peuvent être associées à une endophthalmie, une inflammation intraoculaire, une augmentation de la pression intraoculaire et un décollement de la rétine. Il convient de toujours appliquer les techniques d'asepsie appropriées à l'injection. De plus, les patients doivent faire l'objet d'une surveillance après l'injection pour permettre un traitement précoce en cas d'infection ou d'augmentation de la pression

intraoculaire. Les patients doivent être informés que tout symptôme évocateur d'une endophthalmie ou toute autre pathologie citée précédemment doit être signalé sans délai. Tous les patients présentant une déchirure de la capsule postérieure du cristallin, par exemple ceux qui ont un implant postérieur et/ou ceux qui présentent une perte de substance de l'iris (suite à une iridectomie, par exemple) avec ou sans antécédents de vitrectomie, ont un risque de migration de l'implant vers la chambre antérieure. Chez ces patients, hormis les patients présentant une contre-indication qui ne doivent pas recevoir OZURDEX, OZURDEX doit être administré avec prudence et uniquement après une évaluation attentive des risques et bénéfices. Ces patients doivent faire l'objet d'une surveillance étroite afin de détecter tout signe de migration de l'implant. L'administration de corticostéroïdes peut provoquer des cataractes sous-capsulaires postérieures, un glaucome, et peut entraîner des infections oculaires secondaires. Suite à la première injection, l'incidence de la cataracte apparaît plus élevée chez les patients présentant une uvéite non-infectieuse du segment postérieur par comparaison aux patients présentant une OBVR/OVCR. Dans les études cliniques portant sur l'OBVR/OVCR, la cataracte a été rapportée plus fréquemment chez les patients phaqes recevant une seconde injection. La prévalence d'une hémorragie conjonctivale chez les patients présentant une uvéite non-infectieuse du segment postérieur apparaît plus élevée par comparaison aux patients présentant une OBVR/OVCR. Comme attendu avec les traitements corticostéroïdes oculaires et les injections intravitréennes, une augmentation de la pression intraoculaire (PIO) peut être observée. Par conséquent une surveillance régulière de la PIO, quelle que soit la PIO initiale, est nécessaire et toute augmentation doit être prise en charge de manière adaptée après l'injection. Les corticostéroïdes doivent être utilisés avec prudence chez les patients présentant des antécédents d'Herpès simplex oculaire et ne doivent pas être utilisés en cas d'Herpès simplex oculaire actif. Un traitement bilatéral de façon simultanée n'est pas recommandé. Non recommandé chez les patients souffrant d'un œdème maculaire consécutif à une occlusion de la veine rétinienne avec ischémie rétinienne significative. Utiliser avec précaution chez les patients traités par anticoagulants ou antiagrégants plaquettaires. **INTERACTIONS AVEC D'AUTRES MEDICAMENTS ET AUTRES FORMES D'INTERACTIONS\*** Absorption systémique minime. Aucune interaction n'est attendue. **FECONDITE, GROSSESSE ET ALLAITEMENT\*** Grossesse : Non recommandé. Allaitement : Non recommandé. **Fécondité** : Absence de données. **EFFETS SUR L'APTITUDE A CONDUIRE DES VEHICULES ET A UTILISER DES MACHINES\*** **EFFETS INDESIRABLES\*** **OBVR/OVCR** : L'augmentation de la pression intraoculaire (24 %) et l'hémorragie conjonctivale (14,7 %) étaient les effets indésirables les plus fréquemment rapportés chez les patients ayant reçu OZURDEX dans les deux études cliniques de phase III. Au cours de ces deux études cliniques, les effets indésirables suivants ont été rapportés et

sont considérés comme liés au traitement par OZURDEX. Affections du système nerveux : Fréquent : Maux de tête, Affections oculaires : Très fréquents : Augmentation de la pression intraoculaire, hémorragie conjonctivale ; Fréquents : Hypertension oculaire, décollement du vitré, cataracte, cataracte sous-capsulaire, hémorragie du vitré, trouble de la vision, opacités du vitré (notamment corps flottants du vitré), douleurs oculaires, photopsie, œdème conjonctival, inflammation de la chambre antérieure (effet Tyndall cellulaire), hyperémie conjonctivale ; Peu fréquents : Déchirure rétinienne, inflammation de la chambre antérieure (effet Tyndall protéique). Le profil de tolérance chez les 341 patients suivis après une seconde injection d'OZURDEX était similaire à celui faisant suite à la première injection. L'incidence globale des cataractes était plus élevée après 1 an qu'après les 6 premiers mois de traitement. **UVÉITE** : L'hémorragie conjonctivale (30,3 %), l'augmentation de la pression intraoculaire (25,0 %) et la cataracte (11,8 %) étaient les effets indésirables les plus fréquemment rapportés chez les patients ayant reçu OZURDEX dans une étude clinique de phase III. Au cours de cette étude, les effets indésirables suivants ont été rapportés et sont considérés comme liés au traitement par OZURDEX. Affections du système nerveux : Fréquent : Migraine ; Affections oculaires Très fréquents : Augmentation de la pression intraoculaire, cataracte, hémorragie conjonctivale ; Fréquents : Décollement de la rétine, myodésopsies, opacités du vitré, blépharite, hyperémie de la sclère, altération de la vision, sensation anormale dans l'œil, prurit de la paupière. Effets indésirables considérés comme liés à la procédure d'injection intravitréenne plutôt qu'à l'implant de dexaméthasone lui-même. **Expérience post-commercialisation** : Affections oculaires : Endophthalmie (liée à l'injection), hypotonie de l'œil (associée à une issue du vitré due à l'injection), décollement de la rétine ; Troubles généraux et anomalies au site d'administration : Complication de l'implantation du dispositif (mauvais positionnement de l'implant), migration de l'implant avec ou sans œdème de la cornée. **SURDOSAGE\*** Surveiller la pression intraoculaire et la corriger par un traitement, si le médecin le juge nécessaire. **PROPRIETES PHARMACODYNAMIQUES\*** Classe pharmacothérapeutique : ophtalmologie, anti-inflammatoires, Code ATC : S01BA01. **PROPRIETES PHARMACOCINETIQUES\*** **DONNEES DE SECURITE PRECLINIQUES\*** **DONNEES PHARMACEUTIQUES\*** Durée de conservation : 3 ans. OZURDEX est à usage unique. **DONNEES ADMINISTRATIVES** CIP N° 3400949407118 ; implant intravitréen avec applicateur - Boîte de 1 sachet (aluminium). Prix public TTC : 1069,27 €. Médicament d'exception. Médicament à prescription réservée aux spécialistes en ophtalmologie. Agréé aux collectivités. Remboursé Sec. Soc. à 100%. Liste I. **DATE DE MISE A JOUR DU TEXTE** Mai 2013 - OZURRO2\_13. **Représentant local du titulaire de l'AMM** : ALLERGAN FRANCE SAS 12, place de la Défense 92 400 COURBEVOIE. \* Pour une information complète, veuillez consulter le Résumé des Caractéristiques du produit disponible auprès du laboratoire.

1. Haller JA et al. Randomized, sham-controlled trial of dexamethasone intravitreal implant in patients with macular oedema due to retinal vein occlusion. Ophthalmology. 2010;117(6):1134-1146. 2. Lowder C et al. Dexamethasone Intravitreal Implant for Noninfectious Intermediate or Posterior Uveitis. Arch Ophthalmol. 2011 ; 129:545-553. 3. HAS-Avis de la commission de la transparence OZURDEX<sup>®</sup> 0,7 mg de dexaméthasone. 17 Novembre 2010. 4. HAS Avis de la commission de transparence OZURDEX<sup>®</sup> 0,7 mg de Dexaméthasone, 19 Septembre 2012.

## NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

# Gestion de l'astigmatisme post-greffe de cornée

**RÉSUMÉ :** La gestion de l'astigmatisme post-kératoplastie est un enjeu majeur pour le succès d'une greffe de cornée transparente. De nombreuses techniques chirurgicales ont été décrites. En dehors des résections cunéiformes et des anneaux intracornéens, peu utilisés par manque de prédictibilité, on dispose actuellement des incisions relaxantes arciformes, de la photokératectomie réfractive et du Lasik. Ces techniques, bénéficiant le plus souvent de l'apport du laser femtoseconde, permettent une correction efficace, avec des risques assez limités pour la survie du greffon. Une autre approche chirurgicale consiste à réaliser une implantation torique, phaqué ou pseudophaqué, pour corriger la composante régulière de l'astigmatisme. Toutes ces techniques comportent cependant des limites et doivent être adaptées au cas par cas selon la situation clinique. Le développement de procédures combinées pourrait compenser ces limitations et permettre une standardisation de la prise en charge.



→ P. LORIAUT, L. LAROCHE  
CHNO des Quinze-Vingts, PARIS.

L'astigmatisme géant postopératoire représente un des principaux facteurs limitant pour la récupération visuelle après une greffe de cornée par ailleurs transparente. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'influer sur la valeur de l'astigmatisme postopératoire. Il peut s'agir de facteurs liés à la cornée réceptrice (irrégularité cornéenne, néovascularisation, trouble de la cicatrisation cornéenne), à la cornée greffée (différence de taille entre donneur et receveur) et à la procédure chirurgicale (qualité et centrage de la trépanation, symétrie des sutures).

Dans certains cas, l'astigmatisme postopératoire peut être corrigé par adaptation en lentilles rigides perméables aux gaz. Cette option présente toutefois des limites, liées à l'intolérance aux lentilles rigides en postopératoire, aux difficultés d'adaptation sur ces cornées opérées, à la néovascularisation du greffon, ou simplement aux difficultés de manipulation chez des patients souvent âgés.

Du fait des limitations de la correction optique post-kératoplastie, plusieurs solutions chirurgicales ont été proposées.

Au cours de la période postopératoire précoce, on peut avoir recours à l'ablation sélective des points séparés en fonction de la topographie cornéenne, permettant d'aplanir les hémiméridiens les plus cambrés. On peut également réaliser un ajustement secondaire de la tension du surjet, afin de mieux répartir les forces exercées sur le greffon. De même, en cas de décalage important du greffon, une reprise chirurgicale précoce peut être nécessaire pour assurer la bonne congruence des berges.

Cependant, ces méthodes sont limitées aux premiers mois postopératoires et d'autres options doivent être envisagées lorsque l'astigmatisme est stabilisé, au moins 6 mois après l'ablation des sutures.

Dans tous les cas, la réalisation d'une imagerie cornéenne précise grâce à un OCT à haute définition (*spectral*

domain) est utile pour la bonne analyse morphologique du greffon et de sa jonction avec la cornée réceptrice.

## Chirurgie incisionnelle: incisions relaxantes

Les incisions arciformes relaxantes ont été proposées pour la correction de fortes valeurs d'astigmatisme cornéen. Elles sont centrées sur le méridien le plus cambré, dans l'épaisseur du greffon, généralement à 75 % de l'épaisseur cornéenne.

Les incisions relaxantes ont initialement été réalisées de manière manuelle, à main levée, puis de manière automatisée au moyen de l'arcitome de K. Hanna, et plus récemment au moyen d'un laser femtoseconde. Les incisions arciformes s'accompagnent d'un aplatissement du méridien le plus cambré, mais également, par effet de couple, d'un bombement sur le contre-axe. Cet effet de couple doit être pris en compte en préopératoire et des nomogrammes ont été élaborés afin de déterminer les paramètres de la chirurgie, à savoir le nombre et le positionnement des incisions, le diamètre de la zone optique, la longueur d'arc des incisions et leur profondeur.

Cette technique chirurgicale s'accompagne de résultats variables, avec une bonne efficacité pour la réduction de l'astigmatisme mais une faible prédictibilité [1-4]. Elle est indiquée pour des valeurs importantes d'astigmatisme, avec une kératométrie élevée et une épaisseur cornéenne suffisante. Des techniques dérivées sont actuellement en cours d'évaluation, associant incisions arciformes et Lasik, en deux temps, pour améliorer la prédictibilité de la correction.

## Résection cornéenne cunéiforme

À l'inverse des incisions relaxantes, les résections cunéiformes ("Wedge

Resection"), initialement proposées par R. Troutman, ont été rapportées pour augmenter la cambrure du méridien le plus plat après kératoplastie transfixiante [5]. La technique consiste à réséquer un bloc cornéen, de coupe triangulaire, au niveau de l'anneau limitant, puis à rapprocher les berges par une suture non résorbable. Il s'agit d'une technique très efficace, mais d'une précision limitée, notamment en raison d'un effet de couple difficile à ajuster, et reste peu utilisée à ce jour.

## Chirurgie photoablative cornéenne

Les techniques de chirurgie cornéenne photoablative ont également été proposées pour le traitement de l'astigmatisme post-kératoplastie.

### 1. Photokératectomie réfractive (PKR)

Plusieurs séries de photokératectomie réfractive sur des yeux greffés ont été publiées. Avec adjonction de mitomycine C, les résultats sont satisfaisants en termes de meilleure acuité visuelle corrigée et de réduction de l'astigmatisme cornéen, sans complication significative observée. Cependant, le traitement par laser Excimer de surface ne permet pas de compenser des valeurs extrêmes d'astigmatisme, ce qui en limite les indications après une kératoplastie. Par ailleurs, la correction de ces fortes amétropies s'accompagne d'un risque inflammatoire accru ("haze") et d'une diminution de la précision en termes de profondeur d'ablation. Enfin, l'utilisation de mitomycine C est susceptible d'induire des troubles de la surface oculaire, de mauvais pronostic sur des cornées greffées [6].

### 2. Lasik

Devant les limites de la PKR, le Lasik a été proposé pour corriger des amétropies sphéro-cylindriques de plus grande

amplitude. Du fait de la configuration anatomique particulière de l'œil greffé, la réalisation d'un Lasik après kératoplastie nécessite des précautions supplémentaires.

Tout d'abord, il faut principalement éviter d'être iatrogène et de provoquer un échec de la greffe. Un délai de 6 à 12 mois après l'ablation des sutures, un greffon clair avec un épithélium intact et l'absence de rejet antérieur sont requis pour envisager l'intervention. Les configurations cornéennes extrêmes (kératométrie maximale excessive, greffon trop fin, faible densité de cellules endothéliales) constituent de mauvaises indications pour un Lasik.

L'utilisation d'un microkératome mécanique pour la découpe du capot cornéen présente de nombreux risques, tels que: lâchage de succion, "button-hole", ou dilacération du capot. De même, la réalisation du capot peut être délicate en cas de greffon décentré avec mauvaise congruence avec l'hôte. En choisissant un diamètre du capot supérieur à celui de l'anneau limitant, la fibrose de l'anneau peut constituer un obstacle pour le laser femtoseconde et une dissection manuelle peut s'avérer nécessaire.

Les résultats peuvent être néanmoins satisfaisants sur le plan réfractif, malgré une moindre efficacité sur la composante cylindrique. Cette technique est souvent associée à une amélioration significative de l'acuité visuelle [7-9]. Les complications rapportées sont rares, en dehors de celles liées à l'utilisation de microkératomes mécaniques: perte de la meilleure acuité visuelle corrigée, invasion épithéliale et, en l'absence de prévention, récurrence d'herpès ou rejet de greffe.

Certaines équipes ont décrit des Lasik en deux temps opératoires. La découpe du capot constitue le premier temps, permettant la relaxation des contraintes mécaniques issues de la jonction greff-

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

fon-cornée réceptrice et, dans certains cas, une diminution de la composante irrégulière de l'astigmatisme. Un bilan réfractif est réalisé après un délai de 1 à 3 mois, et le traitement par laser Excimer est réalisé dans un deuxième temps [10].

Par ailleurs, des techniques combinées ont été développées pour compenser les limites des procédures simples. Des procédures combinant la découpe d'un capot de Lasik avec des incisions arciformes permettent d'associer la grande efficacité des kératotomies pour la réduction du cylindre à la précision du Lasik pour la composante cylindrique de l'amétropie post-greffe (*fig. 1*) [11].

### Techniques additionnelles

#### 1. Anneaux intracornéens

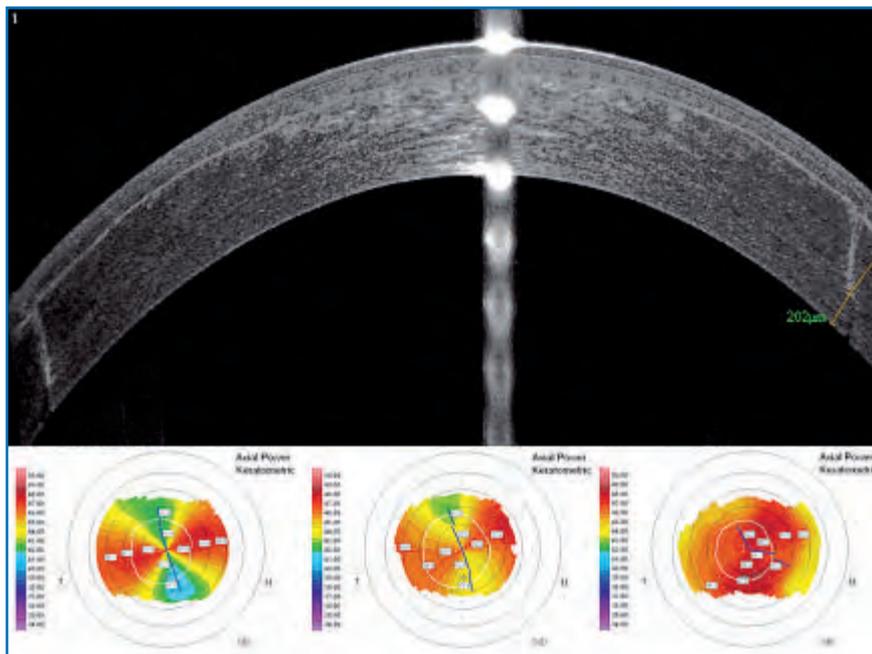
La mise en place d'anneaux intrastromaux, initialement proposés, à visée réfractive pour les myopies fortes, puis pour le kératocône, a également été évaluée pour la correction des astigmatismes post-kératoplastie. Les quelques séries publiées décrivent une faible prédictibilité sur le plan réfractif (sous-corrrection essentiellement) et des risques non négligeables pour le greffon, notamment la survenue d'appel néovasculaire sur les incisions d'entrée [12].

#### 2. Implantation de lentilles intraoculaires

La mise en place d'un implant intraoculaire peut constituer une alternative efficace aux techniques de chirurgie cornéenne.

Chez les patients phaqes ayant une greffe de cornée, deux options sont actuellement disponibles selon le contexte clinique.

>>> Soit le patient présente déjà des signes de phaco-sclérose, voire de cataracte avérée, et il peut bénéficier d'une



**FIG. 1:** Exemple de procédure combinée. Réalisation d'incisions arciformes intrastromales, puis d'un capot de Lasik au laser femtoseconde. Dans un deuxième temps, soulèvement du capot et traitement par laser Excimer pour corriger l'amétropie sphéro-cylindrique résiduelle. **En haut**, aspect en OCT *spectral domain*. **En bas**, topographies cornéennes préopératoires (*gauche*), après le premier temps (*centre*), après le deuxième temps (*droite*).

phaco-émulsification classique avec mise en place d'un implant torique. Toutefois, la possible nécessité secondaire, à distance, d'un changement de greffon en cas de kératoplastie transfixiante peut rendre gênante la présence d'un implant intraoculaire torique.

>>> Soit le patient est jeune avec un cristallin clair et on souhaite préserver ses capacités accommodatives. Dans ce cas, on peut pratiquer une implantation phaque, avec un implant de chambre postérieure ou un implant clippé à l'iris.

Malgré l'absence de compensation de la composante irrégulière de l'astigmatisme, fréquente après une kératoplastie, les résultats initiaux peuvent être satisfaisants en termes de réduction du cylindre cornéen [13, 14].

La chirurgie endo-oculaire est néanmoins associée à de nombreuses complications potentielles. En dehors du

risque d'endophtalmie ou de décollement rétinien, l'implantation phaque comporte un risque connu de perte cellulaire endothéliale et d'induction de cataracte, à prendre en compte dans la décision thérapeutique sur un œil greffé. De plus, comme pour les autres techniques décrites, le risque de rejet postopératoire n'est pas négligeable.

Par ailleurs, lors de la mise en place d'un implant de forte toricité, la précision du placement dans l'axe programmé est essentielle, car toute rotation per ou postopératoire entraîne une réduction majeure d'efficacité et de bénéfice réfractif.

Chez les patients greffés et pseudo-phaqes, des équipes ont proposé une implantation "piggy back" torique pour réduire l'amétropie sphéro-cylindrique post-greffe, avec de bons résultats réfractifs et sans survenue rapportée de complications [15].

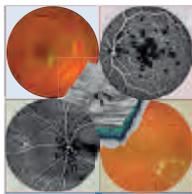
## Conclusion

La prise en charge de l'astigmatisme post-kératoplastie suscite depuis de nombreuses années un intérêt important, dès lors qu'il compromet le bénéfice visuel d'un greffon transparent. De nombreuses techniques chirurgicales ont été élaborées, puis modernisées notamment avec l'apport du laser femtoseconde. Actuellement, le Lasik, les incisions arciformes femto-guidées et l'implantation intraoculaire sont des techniques efficaces et relativement sûres. Cependant, toutes ces techniques présentent des limites et aucune ne s'est actuellement imposée comme "gold standard" pour la correction de l'astigmatisme post-kératoplastie. Il est probable que la prise en charge de ces fortes amétropies bénéficiera de l'essor et de la standardisation des procédures combinées dans le but d'améliorer à la fois l'efficacité et la prédictibilité du traitement. Il faut enfin noter que la prévention de l'astigmatisme géant postopératoire est un des intérêts majeurs des kératoplasties lamellaires postérieures, lorsque la situation clinique le permet.

## Bibliographie

- BUZZONETTI L, PETROCELLI G, LABORANTE A *et al.* Arcuate keratotomy for high postoperative keratoplasty astigmatism performed with the intralase femtosecond laser. *J Refract Surg*, 2009;25:709-714.
- NUBILE M, CARPINETO P, LANZINI M *et al.* Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of high astigmatism after keratoplasty. *Ophthalmology*, 2009;116:1083-1092.
- HOFFART L, TOUZEAU O, BORDERIE V *et al.* Mechanized astigmatic arcuate keratotomy with the Hanna arcitome for astigmatism after keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*, 2007;33:862-868.
- HOFFART L, PROUST H, MATONTI F *et al.* Arcuate keratotomy for postkeratoplasty astigmatism by femtosecond laser. *J Fr Ophthalmol*, 2009;32:544-550.
- EZRA DC, HAY-SMITH G, MEARZA A *et al.* Corneal wedge excision in the treatment of high astigmatism after penetrating keratoplasty. *Cornea*, 2007;26:819-825.
- WARD MS, WANDLING GR, GOINS KM *et al.* Photorefractive keratectomy modification of postkeratoplasty anisometropic refractive errors. *Cornea*, 2013;32:273-279.
- BARRAQUER CC, RODRIGUEZ-BARRAQUER T. Five-year results of laser in-situ keratomileusis (Lasik) after penetrating keratoplasty. *Cornea*, 2004;23:243-248.
- BIGOU MA, COCHENER B. Lasik treatment for graft astigmatism. *J Fr Ophthalmol*, 2007;30:511-518.
- HARDTEN DR, CHITTHARUS A, LINDSTROM RL. Long term analysis of Lasik for the correction of refractive errors after penetrating keratoplasty. *Cornea*, 2004;23:479-489.
- DADA T, VAJPAYEE RB, GUPTA V *et al.* Microkeratome-induced reduction of astigmatism after penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 2001;131:507-508.
- RUCKL T, DEXL AK, BACHERNEGG A *et al.* Femtosecond laser-assisted intrastromal arcuate keratotomy to reduce corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:528-538.
- LISA C, GARCIA-FERNANDEZ M, MADRID-COSTA D *et al.* Femtosecond laser-assisted intrastromal corneal ring segment implantation for high astigmatism correction after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:1660-1667.
- TAHZIB NG, EGGINK FA, ODENTHAL MT *et al.* Artisan iris-fixed toric phakic and aphakic intraocular lens implantation for the correction of astigmatic refractive error after radial keratotomy. *J Cataract Refract Surg*, 2007;33:531-535.
- ALFONSO JF, LISA C, ABDELHAMID A *et al.* Posterior chamber phakic intraocular lenses after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:1166-1173.
- PAUL RA, CHEW HF, SINGAL N *et al.* Piggy back intraocular lens implantation to correct myopic pseudophakic refractive error after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*, 2004;30:821-825.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.



Vendredi  
28 mars 2014

Maison  
de la Chimie  
Paris

Et si ce n'était pas ça ?

Diagnostic différentiel  
des maladies de la rétine

RETINE EN PRATIQUE - 9<sup>e</sup> Edition

Journée d'Enseignement  
organisée par

FEDERATION RETINE  
L'artboisière Quinze-Vingts Rothschild

Pascale Massin, Catherine Vignal, Salomon Yves Cohen, Ramin Tadayoni,  
Isabelle Audo, Michel Paques, Y. Le Mer, José Sahel, Alain Gaudric

## NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

# Gestion de l'astigmatisme dans la chirurgie de la cataracte

**RÉSUMÉ :** L'astigmatisme est le plus souvent généré par la géométrie torique de la cornée et en particulier de sa face antérieure. Il est plus rarement d'origine cristallinienne par irrégularité de la forme ou de la position du cristallin ou enfin rétinien lié à la non-sphéricité du pôle postérieur. L'astigmatisme est présent chez près de 90 % des patients et il est supérieur à 1 dioptrie dans 25 % des cas.

La prise en charge de l'astigmatisme se doit d'être l'une de nos préoccupations de la chirurgie de la cataracte actuelle car un cylindre résiduel diminue sensiblement l'acuité visuelle sans correction et induit des signes fonctionnels à type d'éblouissement, asthénopie et diplopie monoculaire du fait des aberrations de bas degré qu'il induit [1] : un astigmatisme de 1D non corrigé diminue la meilleure acuité visuelle à 8/10 en vision de loin et de près et un astigmatisme de 1D non corrigé la diminue à 4/10 [2]. La prise en charge de l'astigmatisme au cours de la chirurgie de la cataracte vise donc à améliorer le confort de vue et de vie en diminuant la dépendance postopératoire aux corrections optiques mais aussi à améliorer la qualité de la vision.



→ C. ALBOU-GANEM

Clinique de la Vision, PARIS.  
CHNO des Quinze-Vingts,  
Service Pr J. Sahel, PARIS.

## Les différentes méthodes de correction de l'astigmatisme

L'astigmatisme cornéen préopératoire peut être pris en charge de façons différentes :

- incision cornéenne principale adaptée à l'astigmatisme préopératoire ;
- incisions limbiques relaxantes ILR (au couteau diamant ou laser femtoseconde) ;
- implants toriques ;
- Lasik après chirurgie de la cataracte mais qui doit plutôt être réservé aux astigmatismes induits par la chirurgie et que nous n'envisagerons pas ici.

## Les points communs

Quelle que soit la technique de correction, certains points sont essentiels et communs.

### 1. La mesure de la puissance et de l'axe de l'astigmatisme

Le repérage du méridien le plus cambré est un facteur de réussite essentiel dans

la précision d'une chirurgie de l'astigmatisme : une erreur de 10° diminue l'effet de 30 %, une erreur de 30° réduit l'effet de 100 % !

#### ● Les différents moyens de mesure

>>> Le Javal sous-évalue souvent les valeurs car ne mesure la cornée qu'entre 2 points distants de 3 mm. Il présente des limites car la cornée n'est pas toujours régulière entre les 2 points mesurés ; la zone centrale est seulement extrapolée et la périphérie n'est pas explorée. L'irrégularité est parfois détectée, mais jamais mesurée de manière fiable.

>>> Le Javal a été avantageusement remplacé par la kératométrie automatisée : simple et reproductible.

>>> La topographie, qui permet une analyse précise qualitative et quantitative de l'astigmatisme par projection des disques de Placido, est indispensable pour les IOL premiums.

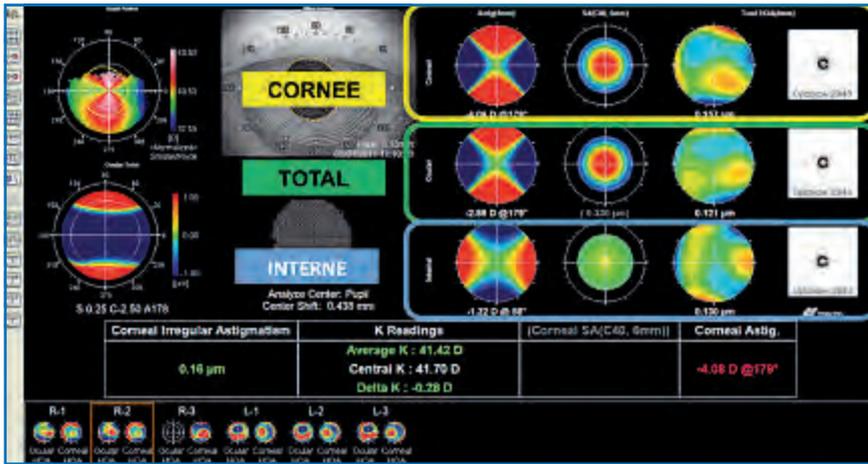


FIG. 1: L'aberromètre KRW1 Topcon permet une analyse précise quantitative et qualitative de l'astigmatisme cornéen, total et interne, couplée à l'aberrométrie.

>>> Enfin, l'aberrométrie apporte de nouvelles données par analyse précise quantitative et qualitative de l'astigmatisme en différenciant astigmatisme cornéen, interne et total de l'œil (fig. 1).

● **Les résultats**

Plusieurs points sont fondamentaux pour obtenir une mesure fiable de l'astigmatisme.

>>> Ne pas confondre astigmatisme cornéen et cristallinien.

>>> Avoir une concordance entre les différents axes et puissance des différentes machines d'évaluation.

>>> Il faudra particulièrement se méfier des yeux secs ou larmoyants, des pathologies de cornée avec astigmatisme asymétrique et des astigmatismes internes qui compensent l'astigmatisme cornéen.

**2. Le marquage de l'axe horizontal**

Le marquage de l'axe 0-180 doit être particulièrement précis du fait de la cyclotorsion: le patient est examiné en position verticale, mais il est opéré en position horizontale, ce qui induit une cyclotorsion d'autant plus importante que l'astigmatisme l'est.

Le marquage se fait en position assise, la tête bien droite, les 2 yeux ouverts

au bloc ou à la LAF avec l'aide de marqueurs, avec une photo irienne ou conjonctivale ou, enfin, grâce à des technologies permettant d'envoyer directement les données préopératoires de l'axe horizontal ainsi que l'axe de la position des incisions ou de l'axe d'insertion de l'implant sur un écran au bloc opératoire ou directement dans le microscope: système Calisto (Carl Zeiss Meditec) (fig. 2), Verion (Alcon) (fig. 3), Système SG 3000 (SMI)... Ces systèmes augmentent nettement la précision et la prédictibilité de la chirurgie de l'astigmatisme.

**Les différents moyens de correction**

**1. Incision cornéenne de phaco adaptée à l'astigmatisme préopératoire**

Cette technique doit être réservée uniquement pour les astigmatismes inférieurs à 1D. Elle perd de son intérêt depuis les mini-incisions de la chirurgie de la cataracte. En effet, en dessous de 2,2 mm, l'incision est neutre sur le plan de l'astigmatisme.

**2. Les incisions limbiques relaxantes (ILR)**

Cette technique est indiquée pour un astigmatisme supérieur ou égal à 1D.

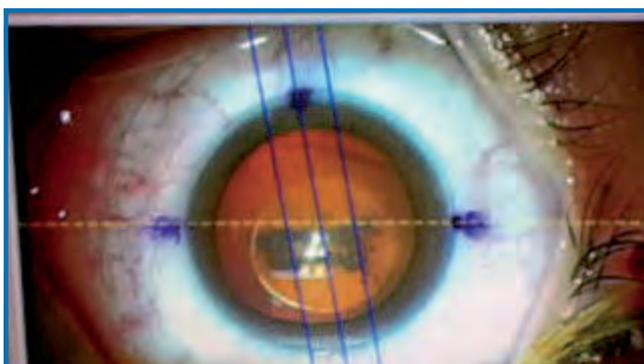


FIG. 2: Repérage de l'axe d'insertion de la lentille torique à l'aide du Calisto (Zeiss).

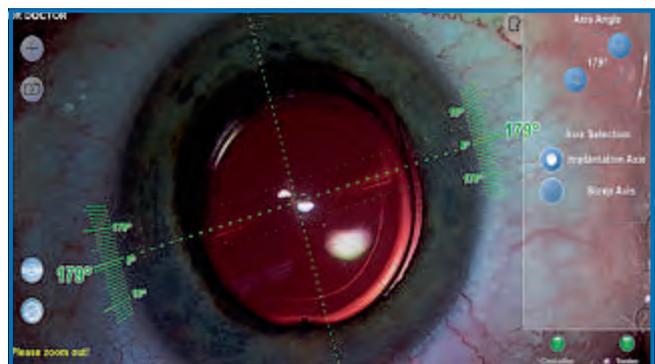


FIG. 3: Repérage de l'axe d'insertion de la lentille torique à l'aide du Verion (Alcon).

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

Sa précision et sa prédictibilité ont été améliorées grâce à plusieurs facteurs.

>>> **Le siège des incisions.** Leur situation sur une zone optique de 7 mm, voire parfois de 5 mm, les rendait moins précises et plus risquées du fait du risque d'astigmatisme irrégulier induit. Par ailleurs, elles obligeaient le chirurgien à modifier les données de la biométrie, car contrairement aux incisions limbiques relaxantes, l'effet de couple n'était pas de 1/1.

>>> **Le développement de couteaux précalibrés à usage unique,** bien plus abordables que les couteaux diamants.

>>> **Le développement d'abaques** (Nichamin, Gills) qui permettent l'ajustement de la longueur des incisions en fonction de l'âge et de la situation de l'astigmatisme (fig. 4).

### 3. Les implants toriques

Les implants toriques restent le mode de correction le plus sûr, précis et prédictible, dès que l'astigmatisme est supérieur à 1D [3-5].

Les avantages sont nombreux: la technique chirurgicale et les suites post-opératoires ne sont pas modifiées, les résultats sont stables. Ils peuvent être facilement ajustés (possibilité de rotation en cas de mauvais alignement).

De nombreuses lentilles sont à notre disposition. Elles sont toutes commandées sur un calculateur en ligne qui fournit la puissance de l'implant et l'axe d'insertion avec un schéma (fig. 5).

>>> **Parmi les implants monofocaux toriques** disponibles en France, citons: Acri. Comfort (Zeiss), Ankoris (Physiol), Bi Flex T (Medicontour), Envista Toric (Bausch+Lomb), Hoya 311 T Lentis T Plus (Topcon/Oculentis), Rayner T Flex (Ophta France), SN 60 T (Alcon), Tecnis Toric (Abott Medical Optics).

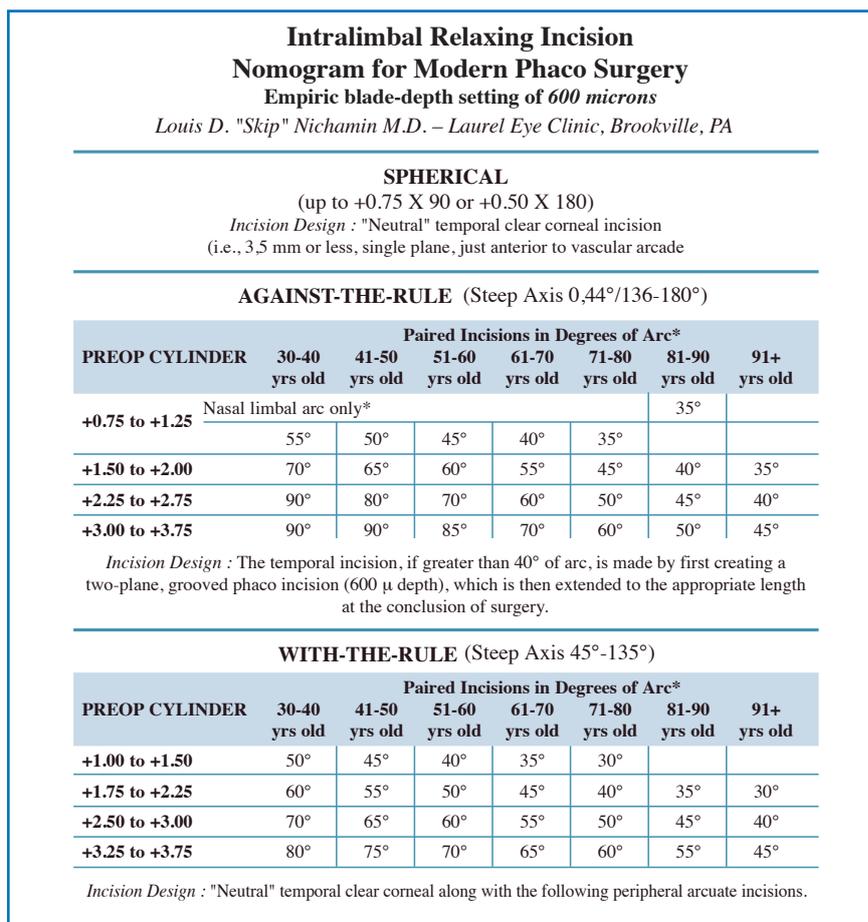


Fig. 4 : Nomogramme de Nichamin.

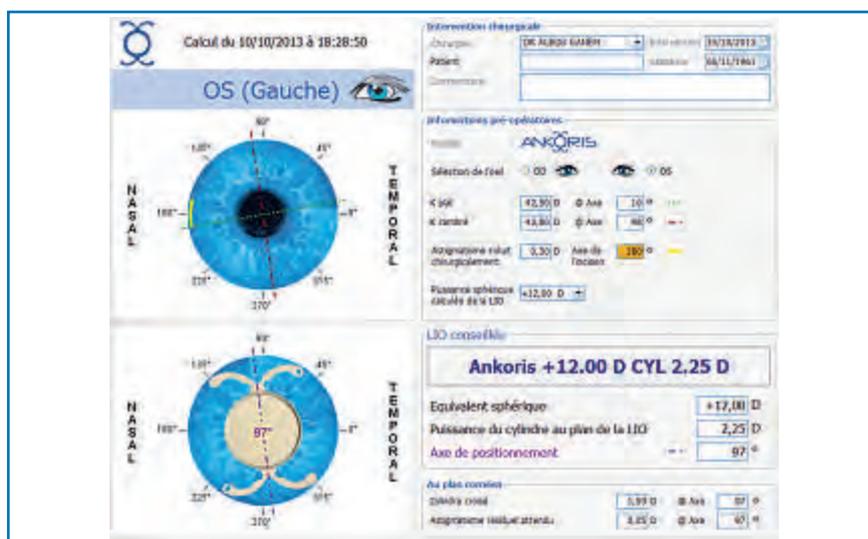


Fig. 5 : Exemple de calculateur en ligne.

>>> Parmi les implants multifocaux toriques disponibles en France, citons : AT Lisa Toric 909 M (Zeiss), Bi Flex M (Medicontour), Lentis M plus Toric (Oculentis/Topcon), M Flex T (Rayner), Restor Toric IQ + 3 (Alcon).

## Indications

### 1. Indications en cas d'astigmatisme régulier symétrique

#### ● Implantation monofocale

>>> Si l'astigmatisme est inférieur à 0.75D : incision sur méridien cambré, éventuellement complétée d'une contre-incision à l'opposé.

>>> Si l'astigmatisme est compris entre 0.75D inclus et 1.25D : incision cornéenne élargie sur le méridien cambré, éventuellement complétée d'une contre-incision à l'opposé, ou IOL torique.

>>> Si l'astigmatisme est supérieur ou égal à 1.25D : l'implant torique est la meilleure indication.

#### ● Implantation multifocale

Il est absolument nécessaire d'obtenir une neutralisation absolue de l'astigmatisme pour un résultat optimal. Les indications sont les mêmes que précédemment, mais l'implant torique est vivement conseillé au-dessus de 0.75D d'astigmatisme.

### 2. Indications en cas d'astigmatisme régulier asymétrique

Le but de la chirurgie de l'astigmatisme est alors surtout d'améliorer le confort visuel pour permettre une correction lunettes ou lentilles plus confortable. Il se pose le problème de la précision biométrique au niveau de la sphère et de la prise en charge ou non de l'astigmatisme et tout est affaire de cas particuliers.

Certaines règles sont à respecter :

>>> Il est préférable de ne pas poser d'implant torique si la pathologie n'est pas stabilisée (intérêt éventuel des Intacts et du *Cross linking*).

>>> Les implants toriques sont envisageables tant que l'irrégularité n'est pas majeure et à condition que l'asymétrie soit modérée, du fait de l'effet délétère des aberrations optiques de hauts degrés (HOA).

>>> L'irrégularité cornéenne sera évaluée au mieux par l'analyse topographique et aberrométrie cornéenne.

>>> Si le patient supporte les lentilles rigides, on peut opter pour ne pas corriger l'astigmatisme de première intention.

## Conclusion

La prise en charge chirurgicale de l'astigmatisme au cours de la chirurgie de

la cataracte apporte un grand confort visuel à nos patients. Elle reste cependant une technique encore beaucoup trop marginale aujourd'hui, même si l'arrivée des implants toriques a permis une correction encore plus précise, prédictible et fiable, surtout sur les astigmatismes supérieurs à 1.25D. Ceci explique que le nombre d'implants toriques posés en France est en constante augmentation.

## Bibliographie

1. SINGH A, PESALÀ V, GARG P et al. Relation between uncorrected astigmatism and visual acuity in pseudophakia. *Optom Vis Sci*, 2013;90:378-384.
2. WOLFFSOHN JS, BHOGAL G, SHAH S. Effect of uncorrected astigmatism on vision. *J Cataract Refract Surg*, 2011;37:454-460.
3. TOTO L, VECCHIARINO L, D'UGO E et al. Astigmatism correction with toric IOL: analysis of visual performance, position, and wavefront error. *J Refract Surg*, 2013;29:476-483.
4. BACHERNEGG A, RÜCKL T, RIHA W et al. Rotational stability and visual outcome after implantation of a new toric intraocular lens for the correction of corneal astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:1390-1398.
5. MENCUCCI R, GIORDANO C, FAVUZZA E et al. Astigmatism correction with toric intraocular lenses: wavefront aberrometry and quality of life. *Br J Ophthalmol*, 2013;97:578-582.

L'auteur a déclaré avoir des conflits d'intérêts en tant que consultante chez Zeiss et Physiol.

[www.realites-ophtalmologiques.com](http://www.realites-ophtalmologiques.com)

Le nouveau site de Réalités Ophtalmologiques

+ riche + interactif + proche de vous





CONGRÈS ANNUEL

# Safir 2014

**10 & 11 MAI 2014**

SALLE BLEUE • PALAIS DES CONGRÈS  
PORTE MAILLOT • PARIS 17<sup>E</sup>

**Bureau de la SAFIR (2013-2014)**

Présidente : Béatrice Cochener  
Vice-président : Serge Zaluski  
Secrétaire : Thierry Amzallag  
Secrétaire adjoint : Laurence Lesueur  
Trésorier : Arié Danan  
Trésorier adjoint : Pierre Levy

dans le cadre du congrès



Société  
Française  
d'Ophtalmologie

**120<sup>e</sup> Congrès**  
10-13 mai 2014



# Implants phaques dans la correction de l'astigmatisme

**RÉSUMÉ:** L'implantation phaqué torique pour la correction de l'astigmatisme représente une option d'intérêt pour le traitement des amétropies fortes combinées à un astigmatisme. Elle peut être réalisée en une chirurgie unique sur un œil vierge ou plus rarement en alternative ou complément d'une autre chirurgie (anneaux dans le kératocône, implantation "piggy back" sur œil pseudophaque...).

Son efficacité et sa prédictibilité sont bien démontrées avec une place privilégiée attribuée à l'implant de chambre postérieure souple pliable qui offre l'avantage essentielle de respecter la cornée et de minimiser le risque d'astigmatisme induit. Son innocuité repose sur la précision du dimensionnement de l'œil à opérer et sur le respect des contre-indications.



→ **B. COCHENER**  
Service Ophtalmologie  
CHU Morvan, BREST.

## Implant phaqué : pour qui ?

L'addition d'une toricité sur l'optique d'un implant phaqué a permis de donner à ce dernier la capacité d'aborder une correction combinée d'astigmatisme à une sphère. Or, sachant que l'indication première de cette procédure est le traitement des fortes amétropies (myopie de plus de -8 dioptries et hypermétropie supérieure à +6 dioptries ; incluant une application chez l'enfant en particulier porteur d'une amétropie unilatérale) et que, dans deux tiers des cas, ces erreurs réfractives sphériques sont associées à une composante cylindrique de plus de 1D, l'avènement d'un modèle phaqué torique était bienvenu. Auparavant, un traitement complémentaire devait être proposé sous la forme d'une photoablation ou d'une chirurgie additionnelle destinée à l'élimination de l'astigmatisme résiduel. Notons cependant d'emblée les limites posées par l'œil du fort hypermétrope qui pose le problème des petites dimensions dans sa longueur et ses espaces non toujours capables de recevoir un implant.

Il existe, par ailleurs, d'autres indications non négligeables de cette implantation phaqué torique représentées par la cornée à risque d'un œil myopique de plus de -3 D non accessible à la photoablation, parce que trop fine et/ou asymétrique, irrégulière et/ou non suffisamment résistante (en mesure de viscoélasticité). Dans le même registre des cornées fragiles, soulignons la place de ces implants dans le kératocône et la greffe de cornée présentant un astigmatisme induit mesurable. Enfin, les implants phaques dans leur version chambre postérieure ont pu être utilisés en "piggy back", c'est-à-dire dans le sulcus en avant d'un implant pseudophaqué intrasacculaire laissant persister une amétropie résiduelle sphéro-cylindrique.

## Implant phaqué torique : quel modèle disponible ?

Il n'existe pas, à cette heure, de version torique du seul survivant des implants phaques de chambre antérieure à appuis angulaires l'Acrysof Cachet dont la possible rotation le rend difficilement

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

concevable. Seuls les deux autres concepts proposent un modèle torique :

**>>> Implant plaque à support de chambre antérieure:** Artisan (Ophtec) correspondant au Verysize (Abbott) fait à base de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) et disposant d'un recul de plus de 10 ans et plus récemment son descendant pliable Artiflex (Ophtec) – Veriflex (Abbott). Alors que le second passe par une incision de 3,2 mm, le premier exige une porte d'entrée de 5,2 mm au risque astigmatogène important et imprévisible. Il est du reste recommandé de pratiquer l'incision cornéenne sur l'axe le plus bombé dans le but de réduire un astigmatisme préexistant, mais dans une proportion également variable (*fig. 1 et 2*).

**>>> Implant plaque de chambre postérieure ICL V4 (Staar),** fabriqué dans un collamère hydrophile pliable et introduit par une ouverture de 2,8 mm. Son positionnement en arrière de l'iris l'éloigne

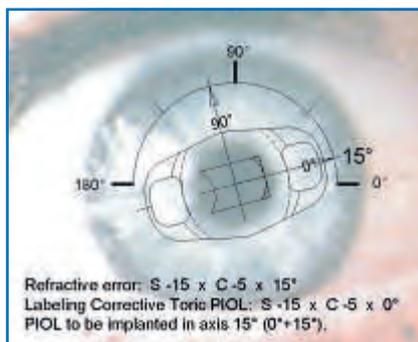


FIG. 1: Artisan – Verysize torique.



FIG. 2: Artiflex – Veriflex.



FIG. 3: T ICL (VA).



FIG. 4: T ICL avec Aquaport.

de l'endothélium et donc diminue le danger d'une altération irréversible de celui-ci. Il occupe aujourd'hui le premier rang et trouve en particulier sa place dans les indications d'exception précitées. Tout récemment, dans le registre des corrections myopiques, son optique a été perforée d'un trou central (Aquaport) destiné à favoriser la circulation de l'humour aqueuse et à minimiser le risque d'hypertonie postopératoire (*fig. 3 et 4*).

### Les exigences de l'implantation plaque

#### 1. Les critères d'exclusion de l'implantation plaque

En premier lieu, l'endothélium doit être au moins de 2000 cellules/mm<sup>2</sup> dans toute implantation plaque et même supérieure d'autant que le patient est jeune. La profondeur de la chambre antérieure

de l'endothélium à la face antérieure du cristallin doit être au moins de 2,8 mm en cas d'ICL et de 3 mm en cas d'implant de chambre antérieure. Si possible, la stabilité de la réfraction est obtenue depuis au moins deux années. Dans tous les cas, une analyse soignée de la topographie définira le caractère cornéen et la symétrie et régularité de l'astigmatisme à traiter. Dans l'indication particulière du kératocône, la kératométrie doit être inférieure à 60 dioptries et stable depuis plus de 6 mois (avec ou sans *Cross linking* préalable). Une combinaison à la mise en place d'anneaux intracornéens pourra se discuter avant l'opération pour restaurer un accès à la réfraction grâce à un remodelage de la cornée, ou après en complément face à une amétropie résiduelle sous la forme de règle d'un astigmatisme irrégulier.

#### 2. Les conditions requises par la toricité

Comme dans toute implantation torique intraoculaire, le marquage préopératoire est une étape cruciale, puisque conditionnant l'exactitude du positionnement de l'implant en permettant de compenser la cyclotorsion entre la position assise et couchée du patient. Il consiste à repérer l'axe d'horizontalité avec un marqueur (de préférence pendulaire: *fig. 5 et 6*) ou d'une imagerie, par exemple des repères limbiques en topographe d'élévation.

En peropératoire, l'axe du méridien bombé sera défini à partir de ces marques initiales sur lesquelles seront alignées un anneau gradué ou une plate-forme numérique (Calisto, Orange, SMI). Il faudra alors, avant de resserrer la pupille, apporter un grand soin au retrait complet du visqueux; sa persistance en arrière de l'implant pouvant favoriser une rotation de ce dernier.

#### 3. L'importance du "sizing" précis

Quel que soit le modèle d'implant choisi, la détermination de sa taille est un élément crucial pour la sécurité de la procédure,

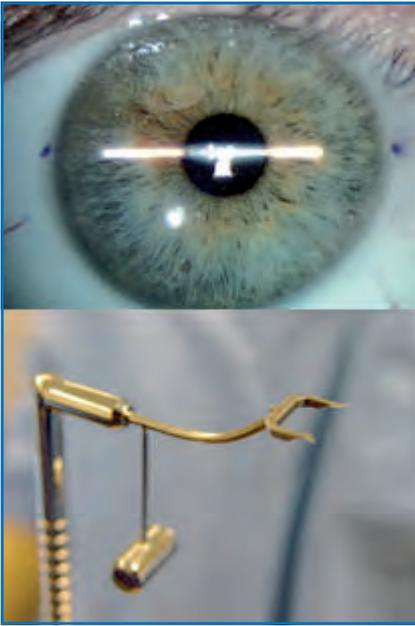


FIG. 5 et 6 : Marquage préopératoire au marqueur pendulaire.

puisque du diamètre de l'implant en découleront ses rapports avec les structures anatomiques voisines.

De règle, la commande d'un implant phaque se fait désormais sur un ordinateur en ligne et demande l'intégration des chiffres de kératométries, de réfraction et de la mesure du blanc à blanc (obtenu par mesure direct au compas ou plus volontiers sur les outils d'imagerie tels que topographie ou OCT). Bien que seule cette valeur soit à jour et utilisée dans les nomogrammes de calcul, il est certain qu'elle ne reflète pas à proprement parler les dimensionnements intraoculaires. Aussi, est-il recommandé de réaliser une évaluation plus approfondie des espaces et distances intraoculaires en faisant appel aux plate-formes d'OCT ou Scheimpflug ou ultrasons hautes fréquences; celle-ci étant la seule capable de passer en arrière du tissu pigmenté de l'iris et d'accéder au sulcus postérieur. Il sera ainsi possible d'attester de la bonne conformation de l'insertion de l'iris, des volumes de la chambre antérieure avant l'opération; sachant que certaines machines proposent des simu-

lations de positionnement préopératoires d'une lentille phaque et des seuils de sécurité à respecter (par exemple de l'OCT dans l'implantation d'un implant clippé à l'iris).

En postopératoire, ces instruments permettront de quantifier les distances entre l'implant et les structures voisines (par exemple, deux distances importantes pour l'ICL: celle de l'endothélium-implant, reflet de la sécurité pour la cornée, et celle de l'implant au cristallin mesurant le "vaulting" protecteur de la cataracte induite. Les conséquences d'une ballonnisation de l'implant inadapté peuvent être en cas d'excès (œil fort hypermétrope en particulier) une diminution dangereuse pour la tension

et la cornée de la chambre antérieure et une diminution, voire une perte de la réactivité pupillaire. Au contraire en cas d'insuffisance, l'implant pourra tourner et favoriser la survenue d'une cataracte par contact direct avec le cristallin sous-jacent (fig. 7 à 9).

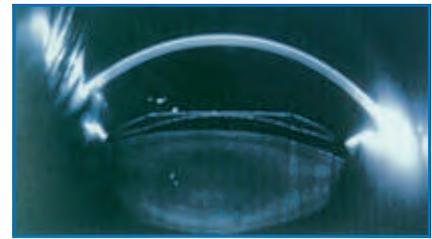


FIG. 7 : Scheimpflug (Pentacam) d'un œil porteur d'un ICL.

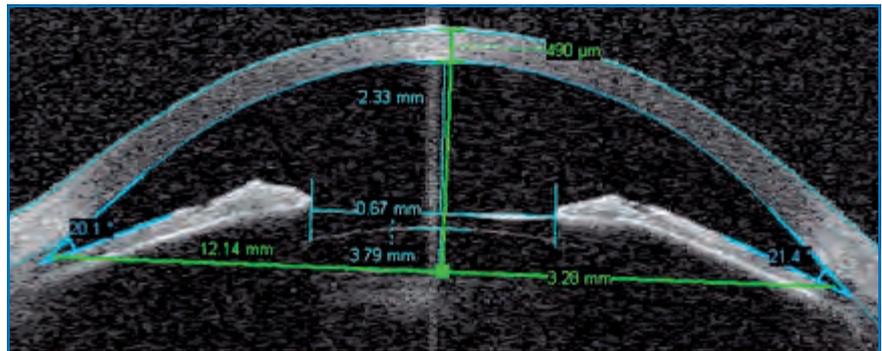


FIG. 8 : OCT d'un segment antérieur, porteur d'un ICL.

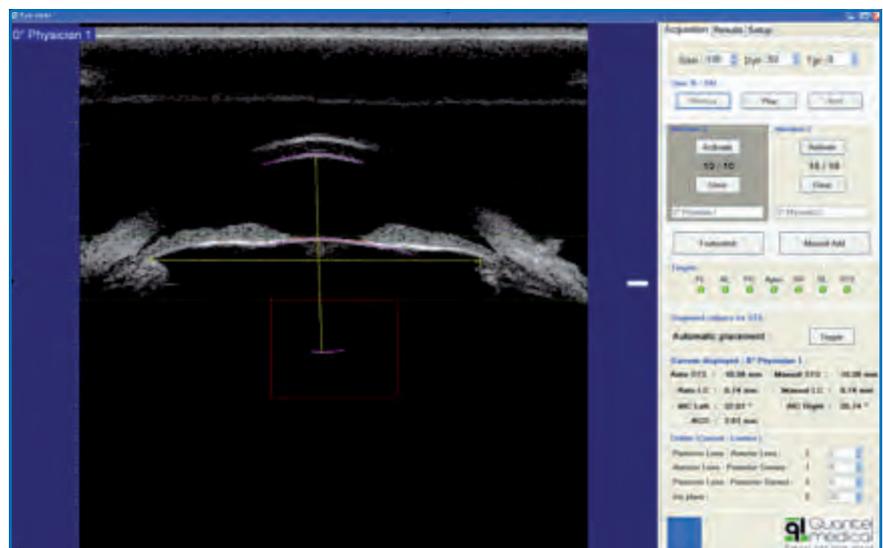


FIG. 9 : Échographie haute fréquence (Aviso Compaq Touch Quantel).

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

### Notre expérience

Nous nous sommes concentrés sur une série de 42 yeux (23 patients) opérés (par un seul chirurgien) dans le service du CHU de Brest et ayant reçu un implant myopique torique de type T ICL entre février 2003 et février 2010 et, rétrospectivement, analysés avec un recul moyen de 5,7 ans. Le cylindre à corriger était compris en 0.75 et -4.25D.

Voici en synthèse les résultats obtenus :

>>> **Bonne prédictibilité** : 70 % se situent à +/- 0.5D de l'emmétropie et 85 % à +/- 1D; d'autant qu'il s'agit d'une population d'amétropes forts non rarement amblyopes.

>>> **En faveur de la sécurité de la chirurgie** : 34 % ont conservé leur meilleure acuité visuelle corrigée lorsque 46 ont gagné 1 ligne et 15 % 2 lignes et plus. Cependant, 5 % ont perdu une ligne; aucun plus à ce recul allant jusque 10 ans de suivi.

>>> Un des facteurs clé est bien sûr l'évaluation de la stabilité rotatoire, qui s'est avérée favorable, avec un taux une rotation ne dépassant pas 6°, hormis un cas de rotation de 60° relatif à un "sizing" inadapté conduisant à un échange d'implant (fig. 10).

>>> **L'obtention d'un positionnement prédictible** en dépit du "sizing" déterminé sur la mesure du blanc à blanc s'est vérifiée par le maintien d'une distance de 2,3 mm entre la cornée et l'implant, garante du respect de l'endothélium cornéen dont la densité n'a pas connu de baisse significative jusqu'à cette heure (fig. 11). (Soulignons néanmoins que comme pour toute implantation phaque, il reste requis de réaliser une microscopie spéculaire en 5 points, au moins annuelle).

>>> **L'évaluation du "vaulting"** par la mesure de la distance implant et cristallin au centre de la chambre antérieure

a révélé un "vaulting" moyen de 666 microns, peu influencé par la dilatation pupillaire. Cette valeur est conforme aux recommandations du fabricant (fig. 12). Cependant, nous rapportons un cas de cataracte sous-capsulaire

antérieure survenue chez un patient de plus de 45 ans. Rappelons qu'il n'est pas conseillé d'implanter un patient de plus de 40 ans d'un IOL de chambre postérieure pouvant jouer un rôle d'accélérateur du vieillissement naturel du

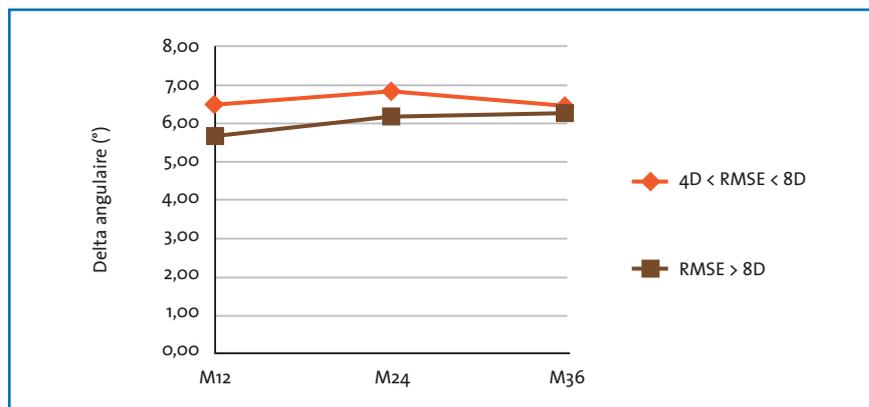


FIG. 10 : Delta angulaire : axe théorique/axe mesuré.

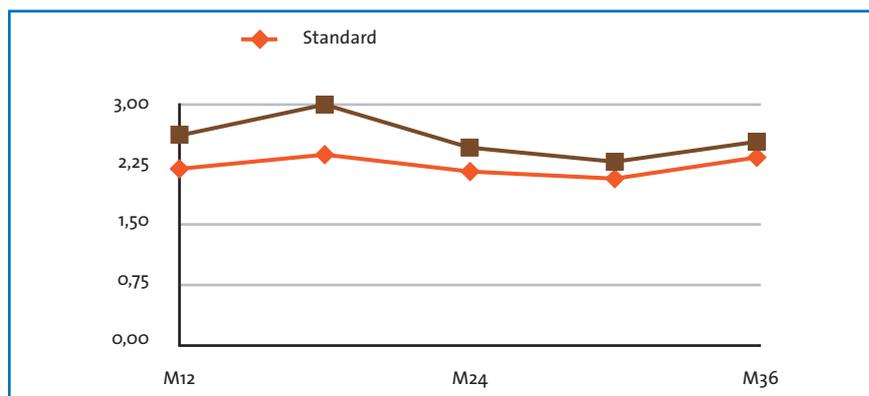


FIG. 11 : Distance endothélium - TICL : respect de la distance de sécurité.

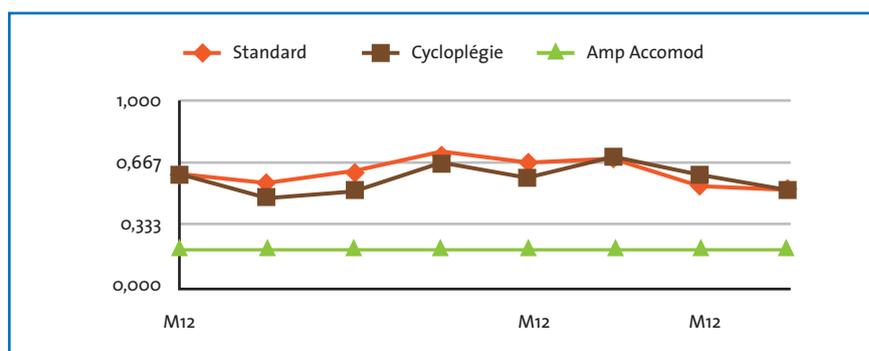
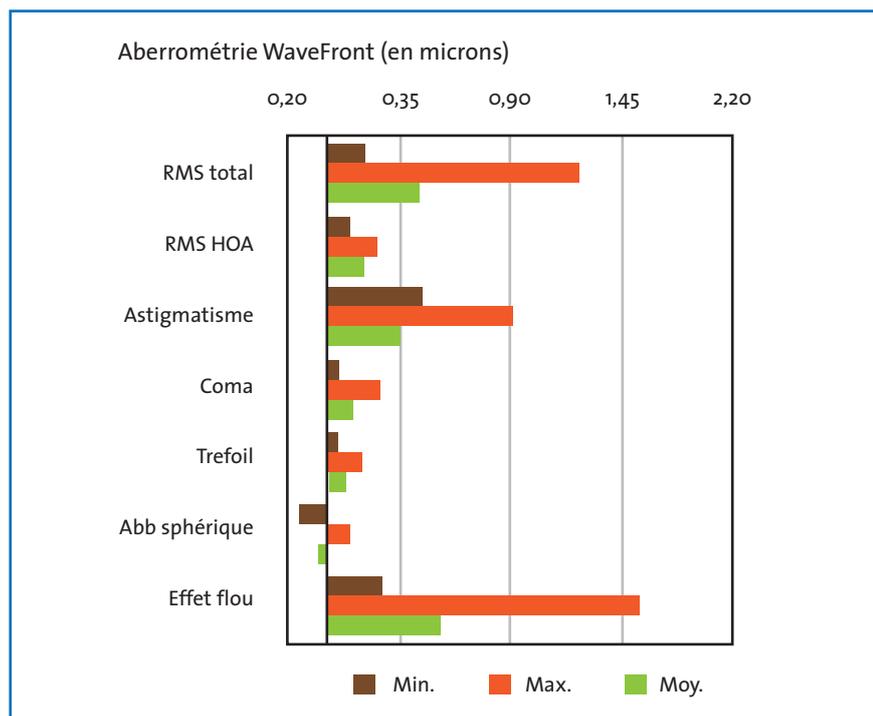


FIG. 12 : Évolution du vaulting (distance TICL - cristallin) : respect de la distance de sécurité.



**FIG. 13 :** Taux très acceptable d'HOA induit (< 0,30 micron; sachant que la qualité de vision est pénalisée < 0,5 micron).

crystallin, s'opacifiant du reste plus tôt chez le myope fort.

>>> **En langage aberrométrique**, quantifiant la qualité de vision: aucune des aberrations d'ordre élevé, en particulier celles identifiées comme acteur important de la vision qualitative, ne fut mesurée à plus de 0,30 micron. Ceci est corrélé à la notion d'un confort de vue des patients opérés pour une grande amétropie reconstruite comme meilleure avec un implant phaïque versus une photoablation. Ce fait se retrouve donc y compris lorsque l'implant est torique (**fig. 13**).

## Conclusion

L'efficacité, la prédictibilité, la stabilité et la sécurité démontrées dans cette étude corroborent les résultats des études rapportés [1-7] qui accordent une place de choix à l'implant phaïque torique pour la prise en charge des amé-

tropies fortes sphériques combinées communément à un cylindre significatif, et ont permis d'élever le niveau de prétention des résultats de cette chirurgie [8-11]. à ce jour, l'ICL torique y occupe la première place.

Nous n'aurons pas l'opportunité dans cette synthèse sur le positionnement de l'implantation phaïque torique au sein de l'arsenal des chirurgies de prise en charge de l'astigmatisme d'évoquer plus en détail leur rôle privilégié dans la niche des indications [11, 12]. Nous souhaiterions, cependant, de nouveau en conclusion les souligner, compte tenu de la preuve bien documentée dans notre expérience et dans la littérature de leur efficacité dans des situations où l'implantation phaïque représente l'alternative la plus sécurisée, voire unique de correction de l'astigmatisme (plus ou moins régulier); ainsi des cornées à risque, du kératocône ou encore des suites de la greffe de cornée.

## Bibliographie

1. MA JJ, TSENG SS. Simple method for accurate alignment in toric phakic and aphakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2008;34:1631-1636.
2. VISSER N, BERENDSCHOT TT, BAUER NJ *et al*. Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2011;37:1394-1402.
3. QASEM Q, KIRWAN C, O'KEEFE M. 5-year prospective follow-up of Artisan phakic intraocular lenses for the correction of myopia, hyperopia and astigmatism. *Ophthalmologica*, 2010;224:283-290.
4. BLECKMANN H, KEUCH RJ. Implantation of spheric phakic posterior chamber intraocular lenses in astigmatic eyes. *J Cataract Refract Surg*, 2002;28:805-809.
5. DICK HB, BUCHNER SE. [Toric phakic intraocular lenses]. *Ophthalmologie*, 2007;104:1032-1040. Review. German.
6. HUANG D, SCHALLHORN SC, SUGAR A *et al*. Phakic intraocular lens implantation for the correction of myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, 2009;116:2244-2258.
7. GIMBEL HV, ZIEMBA SL. Management of myopic astigmatism with phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2002;28:883-886.
8. LANGENBUCHER A, SZENTMÁRY N, SEITZ B. Calculating the power of toric phakic intraocular lenses. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2007;27:373-380.
9. VISSER N, BERENDSCHOT TT, BAUER NJ *et al*. Vector analysis of corneal and refractive astigmatism changes following toric pseudophakic and toric phakic IOL implantation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012;53:1865-1873.
10. SANDERS DR, SARVER EJ. Standardized analyses of correction of astigmatism with the visian toric phakic implantable collamer lens. *J Refract Surg*, 2007;23:649-660.
11. TEHRANI M, DICK HB, SCHWENN O *et al*. Postoperative astigmatism and rotational stability after artisan toric phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2003;29:1761-1766.
12. ALTHOMALI TA. Posterior chamber toric phakic IOL implantation for the management of pediatric anisometropic amblyopia. *J Refract Surg*, 2013;29:396-400.
13. AL-DREIHI MG, LOUKA BI, ANBARI AA. Artisan iris-fixated toric phakic intraocular lens for the correction of high astigmatism after deep anterior lamellar keratoplasty. *Digit J Ophthalmol*, 2013;19:39-41.

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

## NUMÉRO THÉMATIQUE

# Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

### EN PRATIQUE, ON RETIENDRA

#### Composantes de l'astigmatisme oculaire

- ↳ Il n'est pas simple ni intuitif de relier l'astigmatisme décrit par une formule de prescription à l'effet réfractif induit par ce défaut optique.
- ↳ Le libellé de puissance sphérique et cylindrique d'un implant torique ne signifie pas la même chose d'un fabricant à l'autre.
- ↳ L'utilisation de fonctions analytiques ou vectorielles permet de traiter mathématiquement l'astigmatisme et d'accomplir des opérations d'additions et de moyennes.

#### La chirurgie réfractive de l'astigmatisme par laser Excimer : bilan préopératoire, profils d'ablation, compensation de la cyclotorsion

- ↳ L'astigmatisme est essentiellement porté par la face antérieure de la cornée et sa quantification peut être efficacement réalisée par un kératomètre même si la topographie cornéenne est indispensable, ne serait-ce que pour détecter une cornée propice à l'ectasie.
- ↳ Une confrontation des différentes données réfractométriques totales et subjectives est nécessaire et une analyse au cas par cas est indispensable en cas de discordance.
- ↳ Tous les types d'astigmatismes peuvent aujourd'hui être traités avec des profils adaptés.
- ↳ L'utilisation de *trackers* rotatifs passifs et actifs permet d'améliorer la précision de correction.

#### Gestion de l'astigmatisme dans la chirurgie de la cataracte

- ↳ L'astigmatisme est présent chez près de 90 % des patients et il est supérieur à 1 dioptrie dans 25 % des cas.
- ↳ Quelle que soit la technique de correction, certains points sont essentiels et communs :
  - le repérage du méridien le plus cambré : facteur de réussite essentiel dans la précision d'une chirurgie de l'astigmatisme ;
  - différencier astigmatisme cornéen et astigmatisme cristallinien ;
  - avoir une concordance entre les différents axes et puissance des différentes machines d'évaluation ;
  - le marquage de l'axe 0-180 doit être particulièrement précis, du fait de la cyclotorsion afin de positionner parfaitement les incisions ou l'implant.
- ↳ L'astigmatisme cornéen préopératoire peut être pris en charge de façons différentes :
  - incision cornéenne principale adaptée à l'astigmatisme préopératoire réservé aux astigmatismes inférieurs à 0.5D ;
  - incisions limbiques relaxantes (ILR), au couteau diamant ou laser femtoseconde, pour les astigmatismes et compris entre 0.75D inclus et 1.25D ;
  - implants toriques restent l'indication la plus précise, prédictible et sûre, si l'astigmatisme est supérieur à 1.25D.
- ↳ La prise en charge de l'astigmatisme au cours de la chirurgie de la cataracte permet d'améliorer le confort de vue et de vie en diminuant la dépendance postopératoire aux corrections optiques mais aussi d'améliorer la qualité de la vision.

# NUMÉRO THÉMATIQUE

## Chirurgie de l'astigmatisme : nouveautés

### EN PRATIQUE, ON RETIENDRA

#### Gestion de l'astigmatisme post-greffe de cornée

- ↳ L'astigmatisme post-kératoplastie compromet le bénéfice visuel de la greffe.
- ↳ Les options disponibles en chirurgie cornéenne sont : le Lasik, la PKR, les incisions arciformes, plus rarement les résections cunéiformes ou les anneaux intrastromaux.
- ↳ L'implantation intraoculaire, phaqué ou pseudophaqué, constitue une alternative efficace à la chirurgie incisionnelle ou additionnelle cornéenne.
- ↳ Toutes ces techniques présentent des limites et des risques potentiels pour le greffon.
- ↳ Aucune procédure ne s'est, à ce jour, imposée comme technique de référence et la décision thérapeutique doit se faire au cas par cas.

#### Implants phaques dans la correction de l'astigmatisme

- ↳ Indications de l'implantation phaqué torique :
  - Forte amétropie combinée à un astigmatisme > 1D
  - Cornée à risque d'ectasie (fine, irrégulière, non résistante) avec sphère > 3D, cylindre > 1D
  - Kératocône (accès réfraction)
  - Astigmatisme induit post-greffe
  - "Piggy back" secondaire sur pseudophaquie (IOL intrasacculaire) (T ICL)
- ↳ Contre-Indications à l'implantation phaqué torique
  - Densité endothéliale < 2 000 cellules/mm<sup>2</sup>
  - Profondeur de la chambre antérieure (endothélium – IOL) > 2,8 mm (T ICL) et 3 mm (clippé antérieur)
  - Astigmatisme non cornéen
  - Kératométrie > 60 D (kératocône)
  - Non plate-forme d'imagerie intraoculaire disponible (OCT, Scheimpflug ou UBM)

[www.realites-ophtalmologiques.com](http://www.realites-ophtalmologiques.com)

Le nouveau site de Réalités Ophtalmologiques

+ riche + interactif + proche de vous



# Lucentis<sup>®</sup>, dans les néovaisseaux choroïdiens



Lucentis<sup>®</sup> est indiqué chez les adultes dans : <sup>(1)</sup>

## DMLA

Le traitement de la forme néovasculaire (humide) rétrofovéolaire de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA)

## Myopie forte

Le traitement de la baisse visuelle due à une néovascularisation choroïdienne (NVC) secondaire à une myopie forte (MF)

Non remboursable et non agréée aux collectivités à la date de octobre 2013 (demande d'admission à l'étude)

NOUVELLE  
INDICATION

Lucentis<sup>®</sup> est un médicament d'exception : la prescription doit être accompagnée d'une ordonnance de médicament d'exception et ne peut avoir lieu que dans le respect de la Fiche d'Information Thérapeutique (FIT).

**Lucentis 10 mg/ml Solution injectable (ranibizumab) DONNEES CLINIQUES Indications thérapeutiques** Lucentis est indiqué chez les adultes dans : • Le traitement de la forme néovasculaire (humide) de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). • Le traitement de la baisse visuelle due à l'œdème maculaire diabétique (OMD). • Le traitement de la baisse visuelle due à l'œdème maculaire secondaire à une occlusion de branche veineuse rétinienne (OBVR) ou de la veine centrale de la rétine (OVCR). • Le traitement de la baisse visuelle due à une néovascularisation choroïdienne (NVC) secondaire à une myopie forte (MF). **Posologie et mode d'administration\*** Doit être administré par un ophtalmologiste qualifié ayant l'expérience des injections intravitréennes (IVT). **Posologie dans le traitement de la DMLA néovasculaire** : dose recommandée : 0,5 mg (0,05 ml). Le traitement sera administré 1 fois / mois jusqu'à ce que l'acuité visuelle du patient soit stable lors de 3 évaluations mensuelles consécutives effectuées au cours du traitement. Par la suite, contrôler l'acuité visuelle 1 fois / mois. Si nouvelle baisse de l'acuité visuelle due à la DMLA néovasculaire, réinstaurer le traitement. Réaliser des injections mensuelles jusqu'à ce que l'acuité visuelle soit à nouveau stable lors de 3 évaluations mensuelles consécutives. L'intervalle entre 2 doses pas ne doit pas être inférieur à 1 mois. **Posologie dans le traitement de la baisse visuelle due à l'OMD ou à l'œdème maculaire (OM) secondaire à l'occlusion veineuse rétinienne (OVR)** : dose recommandée : 0,5 mg (0,05 ml). Le traitement sera administré 1 fois / mois jusqu'à ce que l'acuité visuelle du patient soit stable lors de 3 évaluations mensuelles consécutives effectuées au cours du traitement. Si pas d'amélioration d'acuité visuelle à l'issue d'une 1<sup>ère</sup> série de 3 injections, la poursuite du traitement n'est pas recommandée. Par la suite, contrôler l'acuité visuelle 1 fois / mois. Si nouvelle baisse de l'acuité visuelle due à l'OMD ou à l'OM secondaire à l'OVR, réinstaurer le traitement. Réaliser des injections mensuelles jusqu'à ce que l'acuité visuelle soit à nouveau stable lors de 3 évaluations mensuelles consécutives. L'intervalle entre 2 doses pas ne doit pas être inférieur à 1 mois. **Lucentis et photocoagulation au laser dans l'OMD et dans l'œdème maculaire secondaire à l'OBVR** : cf. RCP complet. **Posologie dans le traitement de la baisse visuelle due à une NVC secondaire à une MF** Le traitement sera initié avec une injection unique. Si au cours d'un contrôle, des signes d'activité de la maladie sont constatés, comme par exemple diminution de l'acuité visuelle et/ou des signes d'activité de la lésion, il est recommandé de re-traiter. La surveillance de l'activité de la maladie peut comprendre un examen clinique, une tomographie à cohérence optique (OCT) ou une angiographie à la fluorescéine (AF). Surveillance recommandée tous les mois au cours des deux 1<sup>ers</sup> mois de traitement et au moins 1 fois tous les 3 mois par la suite au cours de la 1<sup>ère</sup> année. Après la première année, la fréquence des contrôles doit être déterminée par l'ophtalmologiste traitant. L'intervalle entre 2 doses ne doit pas être inférieur à 1 mois. **Lucentis et thérapie photodynamique par Visudyne dans la NVC secondaire à une MF** Il n'existe pas de données concernant l'administration concomitante de Lucentis et de Visudyne. **Populations particulières** **Insuffisance hépatique** : aucune précaution particulière. **Insuffisance rénale** : aucune adaptation de dose. **Patients âgés** : aucune adaptation de dose, expérience limitée en cas d'OMD chez les patients > 75 ans. **Population pédiatrique** : pas de données disponibles. **Mode d'administration** : cf. RCP complet. **Contre-indications** Hypersensibilité au principe actif ou à l'un des excipients. Patients présentant une infection oculaire ou périoculaire active ou suspectée. Patients présentant une inflammation intraoculaire active sévère. **Mises en garde spéciales et précautions d'emploi\*** Réactions liées aux injections intravitréennes ; Elevations de la pression intraoculaire ; Traitement bilatéral ; Immunogénicité ; Utilisation simultanée avec d'autres médicaments anti-VEGF (facteur de croissance de l'endothélium vasculaire) ; Interruption du traitement par Lucentis ; Déchirure de l'épithélium pigmentaire rétinien ; Décollement rhéomatogène de la rétine ou trous maculaires ; Populations chez lesquelles les données sont limitées ; Effets systémiques suite à une utilisation intravitréenne ; Antécédents d'OVR, forme ischémique d'OVR ou d'OVCR : cf. RCP complet. **Interactions avec d'autres médicaments et autres formes d'interactions\*** ; **Fécondité, grossesse et allaitement\*** ; **Effets sur l'aptitude à conduire des véhicules et à utiliser des machines\*** : cf. RCP complet. **Effets indésirables\*** **Résumé du profil de tolérance** : La majorité des effets indésirables sont liés à la procédure d'injection intravitréenne. Effets indésirables oculaires les plus fréquemment rapportés : douleurs oculaires, hyperhémies oculaires, augmentations de la pression intraoculaire, hyalites, décollements du vitré, hémorragies rétinienne, troubles visuels, corps flottants vitréens, hémorragies conjonctivales, irritations oculaires, sensations de corps étranger dans l'œil, sécrétions lacrymales accrues, blépharites, sécheresses oculaires et des prurits oculaires. Effets indésirables non oculaires les plus fréquents : céphalées, rhino-pharyngites et arthralgies. Effets indésirables moins fréquents mais plus graves comprennent : endophtalmies, cécités, décollements de la rétine, déchirures rétinienne et cataractes traumatiques iatrogènes. Les patients doivent être informés des symptômes de ces effets indésirables potentiels et doivent être alertés sur le fait qu'ils doivent informer leur médecin s'ils développent des signes tels que des douleurs oculaires ou une gêne accrue, une rougeur de l'œil s'aggravant, une vision trouble ou diminuée, une augmentation du nombre de petites taches dans leur champ visuel ou une augmentation de la sensibilité à la lumière. **Effets indésirables observés dans les études cliniques** : cf. RCP complet. **Effets indésirables liés à la classe** : cf. RCP complet. **La déclaration des effets indésirables suspects après autorisation du médicament est importante. Elle permet une surveillance continue du rapport bénéfice/risque du médicament.** Les professionnels de santé déclarent tout effet indésirable suspecté via le système national de déclaration : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) et réseau des Centres Régionaux de Pharmacovigilance [www.ansm.sante.fr](http://www.ansm.sante.fr). **Surdosage\*** : cf. RCP complet. **PROPRIETES PHARMACOLOGIQUES\*** **Propriétés pharmacodynamiques** Classe pharmacothérapeutique : Médicaments ophtalmologiques, médicament contre la néovascularisation, code ATC : S01LA04. **Liste I** Médicament à prescription réservée aux spécialistes en ophtalmologie. **Lucentis 10 mg/ml** : EU/1/06/374/001 (2007, révisée 4.07.2013) ; ClP : 34009 378 101.5 g – boîte de 1. Prix : 895, 57 €. Remboursement Séc. Soc. 100 % selon la procédure des médicaments d'exception.

Prescription en conformité avec la Fiche d'Information Thérapeutique :

- Traitement de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) exsudative avec néovascularisation choroïdienne rétrofovéolaire.
- Traitement de la baisse d'acuité visuelle due à un œdème maculaire diabétique (OMD) chez les patients ayant une baisse d'acuité visuelle inférieure ou égale à 5/10 consécutive à un œdème maculaire diabétique en cas de forme diffuse ou de fuites proches du centre de la macula et chez lesquels la prise en charge du diabète a été optimisée.
- Traitement de la baisse visuelle due à l'œdème maculaire secondaire à une occlusion de branche veineuse rétinienne (OBVR) ou de la veine centrale de la rétine (OVCR).

Aggré collect. Non remboursé et non agréé aux collectivités à la date de juillet 2013 (demande d'admission à l'étude) dans l'indication : « traitement de la baisse visuelle due à une néovascularisation choroïdienne (NVC) secondaire à une myopie forte (MF) ». **TITULAIRE DE L'AUTORISATION DE MISE SUR LE MARCHE** Novartis Europharm Limited Royaume-Uni Représentant local : **Novartis Pharma S.A.S** 2 et 4, rue Lionel Terray 92500 Rueil-Malmaison Tél : 01.55.47.60.00 Information et Communication Médicales : Tél : 01.55.47.66.00 [icm.phfr@novartis.com](mailto:icm.phfr@novartis.com) **FMI007-18**

\*Pour une information complète, consulter le texte intégral du résumé des caractéristiques du produit, soit sur le site internet <http://www.ema.europa.eu> si disponible, soit sur demande auprès du laboratoire.