

Traitement chirurgical de l'astigmatisme

Des moyens très divers pour des indications très variées

Le bilan pré-opératoire élimine les contre-indications spécifiques et dépiste les facteurs associés non réfractifs de limitation de la vision ■ Le choix de la méthode tient compte du type primitif ou secondaire, ainsi que du degré de l'astigmatisme ■

Michaël Assouline*

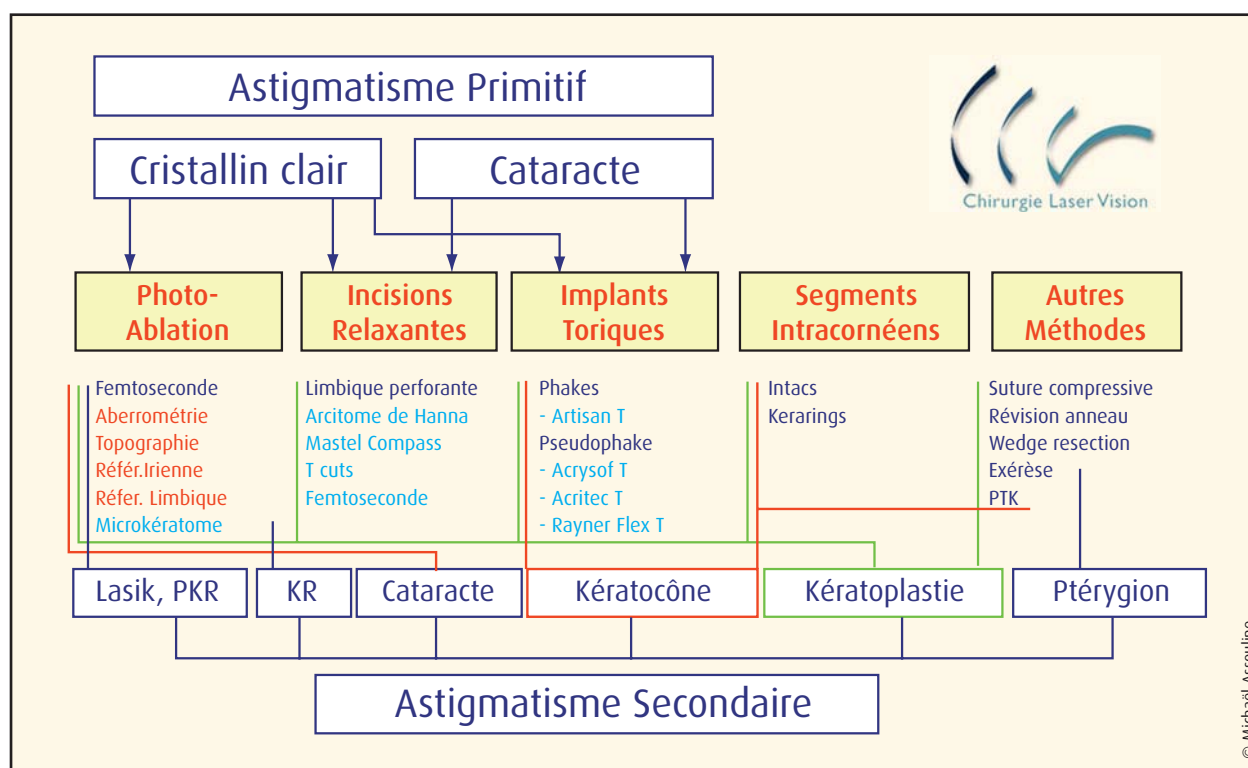


Figure 1 - Indication opératoire en fonction du type d'astigmatisme.

La chirurgie de l'astigmatisme obéit à quatre principes essentiels :

- comprendre le mécanisme pour choisir une solution logique ;
- appliquer avec rigueur une méthode efficace, étalonnée avec

précision ;

- repérer précisément le centre et l'axe du traitement ;
- combiner les méthodes simultanément, ou séquentiellement, si besoin.

Les moyens de la chirurgie sont, en effet, variés :

- chirurgie incisionnelle manuelle (incision transverse, incision arciforme) ou, si possible, automatisée (arcitome de Hanna, astigmatome de Terry-Schanzlin, compas cornéen de Mastel®) ou, plus récemment, réalisée au laser femtoseconde ;
- photo-ablation par Lasik (*laser*

*Clinique de la vision, Paris

in-Situ keratomileusis), PKR (photokératectomie réfractive) ou PTK (photokératectomie thérapeutique) ;

- implants (anneaux intra-cornéens de type Intacs® ou Kerarings®, implants phakes ou pseudophakes toriques).

LE BILAN PRÉ-OPÉRATOIRE

Pour définir l'indication opératoire, le bilan pré-opératoire doit permettre :

- d'évaluer, si possible, la stabilité de l'astigmatisme (sur la base des prescriptions optiques antérieures) ;
- de détecter les contre-indications éventuelles à l'une des méthodes envisagées (par exemple, le kératocône ou la dégénérescence marginale pellucide, pour un Lasik) ;
- de comprendre le mécanisme de l'astigmatisme dans les formes secondaires (par exemple, un décentrement d'une chirurgie réfractive antérieure) ;
- de vérifier, le cas échéant, l'absence d'autres facteurs limitant l'acuité visuelle (notamment dans les greffes de la cornée ou les suites de chirurgie réfractive).

En dehors de l'interrogatoire et de l'examen réfractif et ophtalmologique, nous préconisons à titre systématique :

- une topographie d'élévation Orbscan II® (Bausch & Lomb) ;
- une aberrométrie Zywave®, Bausch & Lomb (le cylindre et l'axe varient avec le diamètre de la pupille et l'état accommodatif, paramètres auxquels l'aberromètre est moins sensible) ;
- une analyse biomécanique de la cornée (ORA® de Reichert).

En cas d'astigmatisme irrégulier

(meilleure acuité non améliorable par correction sphéro-cylindrique), nous effectuons également un test avec trou sténopéique, et une adaptation en lentille rigide.

Pour les astigmatismes sur greffe de cornée, ou après chirurgie réfractive, l'OCT (*optical coherence tomography*) de segment antérieur (Visante®, Zeiss®) apporte des renseignements précieux (décalage antéro-postérieur des berges, épaisseur du volet, mur stromal postérieur).

En pré-opératoire immédiat, il est important de repérer avec précision le centre (axe visuel, apex cornéen) et l'axe de l'astigmatisme, pour aligner le traitement pendant l'intervention (marquage épiscéral au crayon dermographique à la lampe à fente, marquage digital de l'image topographique cornéenne, référencé par un repère vasculaire, marquage épithélial au laser *excimer eyetracker*, asservi à une reconnaissance irienne automatisée...).

INDICATIONS OPÉRATOIRES : CHOIX DE LA MÉTHODE

Les indications, en fonction du type primitif ou secondaire de

l'astigmatisme, sont résumées dans la **figure 1**.

Les indications opératoires tiennent également compte du degré de l'astigmatisme (**Tab. 1**).

LES TRAITEMENTS PHOTO-ABLATIFS

La précision du traitement Lasik photo-ablatif des astigmatismes, associés aux myopies ou aux hypermétropies, a bénéficié de 5 progrès récents :

- l'approche aberrométrique plus adaptée que la définition sphéro-cylindrique, simplifiée de la réfraction pour la définition du profil ablatif idéal ;
- la neutralité optique du volet ;
- le centrage exact du traitement ;
- l'alignement exact du traitement ;
- la suppression des erreurs humaines de spécification du traitement.

La topographie cornéenne et l'aberrométrie ont confirmé, depuis longtemps, la rareté des astigmatismes sphéro-cylindriques purs réguliers, et donc l'insuffisance des logiciels ablatifs standardisés. La prise en compte de l'aberration sphérique (variation d'équivalent sphéro-cylindrique

Tableau 1 - Indication opératoire en fonction du degré.

<p>Faible : 0 à 2 D</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lasik • PKR (cylindre inférieur au tiers de la sphère) • Incisions relaxantes limbiques (si cataracte ou implant phake) • Incisions perforantes limbiques
<p>Moyen : 2 à 6 D</p> <ul style="list-style-type: none"> • UltraLasik (sph + cyl < 10 D) • Implant torique (sph + cyl > 10 D ou cataracte) • Arcitome Hanna (AKH) (mixte 4-6 D) • Incisions arciformes relaxantes au laser femtoseconde
<p>Haut degré : 6 à 12 D</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wedge resection (kératoplasties) • Méthodes combinées (AKH + implant) • Méthodes séquentielles (AKH ou implant, puis Lasik)

en fonction du diamètre pupillaire), de la coma (astigmatisme à une seule branche ou aberration sphérique décentrée), et du tréfoil (astigmatisme à trois branches) permet une photoblaction sur mesure plus adaptée.

La neutralité optique du volet cornéen est une condition essentielle de la précision du traitement. Sur ce plan, la découpe au microkératome mécanique présente cinq inconvénients, éliminés par la découpe au laser femtoseconde :

- le volet est ménisqué (plus épais sur les bords) ;
- l'épaisseur du volet, et donc l'efficacité ablative sont variables ;
- la position et la taille de la charnière sont variables et, parfois, le stroma disponible pour le profil ablatif est de surface insuffisante ;
- le stroma sous-jacent à la charnière n'est pas disséqué, et exerce un effet mécanique sur l'étalement du volet (induction d'une coma et d'un cylindre négatif horizontal de -0,75 dioptries (D), en moyenne, pour une charnière supérieure) ;
- la découpe est indépendante de la géométrie de la cornée.

Un autre avantage du laser femtoseconde est qu'il évite la formation d'un pseudo *button hole* sous-épithélial, particulièrement important sur les cornées très toriques.

L'alignement parfait du traitement d'un astigmatisme, sur son axe, est une condition essentielle de l'efficacité clinique. Pour un cylindre de 3 D, une erreur d'axe de 15° entraîne une sous-correction de 50 %. Une erreur plus importante peut se traduire par une majoration de l'astigmatisme post-opératoire résiduel !

La variation de la cyclotorsion, entre position assise (pendant

l'examen réfractif) et décubitus (sous le laser), est, en moyenne, de 3,7° (supérieure à 5° dans 14 % des cas, elle peut atteindre 22°). La technique de reconnaissance irienne, plus efficace que le repérage manuel de l'axe de l'œil, permet d'enregistrer les microreliefs de l'iris avec un très grand degré de précision, et de référencer avec certitude :

- l'identité du patient (avec une probabilité d'erreur inférieure à 10^{-10}) ;

- le côté de l'œil à traiter ;
- la position et la taille de la pupille, par rapport au limbe (au micron près) ;
- l'alignement torsionnel de l'œil (au degré près).

Le réalignement statique de l'œil, en début d'intervention, par ce système, permet de garantir l'alignement du traitement avec l'axe du front d'onde, et de l'astigmatisme, enregistrés en pré-opératoire, de façon automatique,

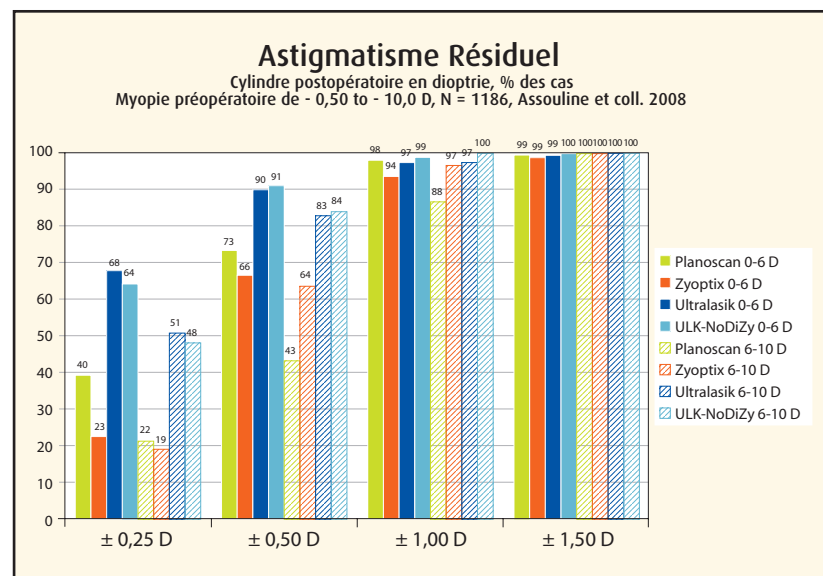


Figure 2 - Correction de l'astigmatisme avec l'UltraLasik.

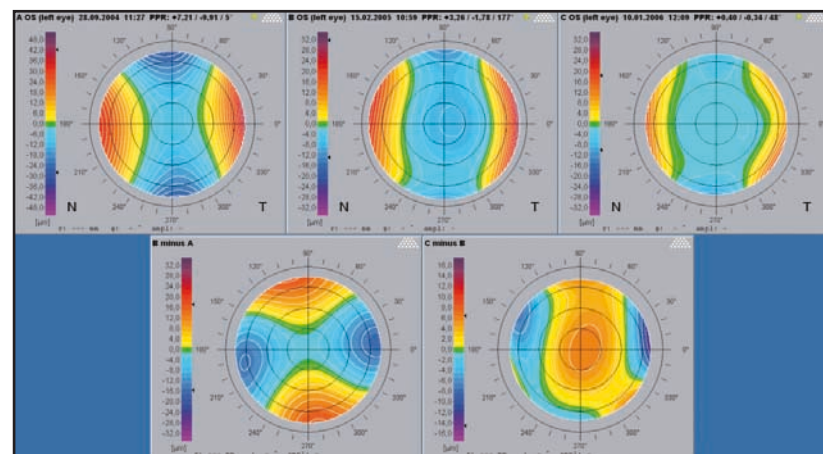


Figure 3 - Approche séquentielle pour le traitement d'un astigmatisme congénital, symétrique, bilatéral, de très haut degré de 9,91 D (à gauche), traité par incisions arciformes (au centre), puis par Lasik guidé par l'aberrométrie et la reconnaissance irienne (à droite).

L'astigmatisme final est de 0,34 D à 18 mois (à droite).

totale et indépendante de l'opérateur, de la taille de la pupille, de la fixation du patient et de la cyclotorsion de décubitus. Il s'agit d'un progrès décisif dans le traitement des astigmatismes. Une version dynamique (ACE®) est en cours d'évaluation.

Le centrage exact du traitement évite la sous-correction des composantes sphérique et cylindrique du traitement, et surtout, l'induction d'une coma et d'un astigmatisme irrégulier dans l'axe du décentrement. Le traitement, guidé par l'aberrométrie, améliore le centrage du profil ablatif, cette méthode évitant les difficultés liées au changement de taille et de position de la pupille, en fonction de l'éclairage, de l'état accommodatif et de la position assise ou allongée du sujet. Enfin, elle est indépendante de la coopération du sujet ou de l'attention de l'opérateur.

La reconnaissance irienne contribue, de plus, à éliminer les erreurs de saisies lourdes de conséquence (identité du patient, côté opéré, valeur, signe et axe du cylindre, zone optique, zone de transition). Par exemple, une inversion de signe (+ au lieu de -), ou d'axe (110° au lieu de 10°), sur un cylindre de 3,5 D, entraîne un astigmatisme résiduel de 7 D, difficile à justifier et impossible à corriger de façon satisfaisante par la suite.

La combinaison de la découpe au laser femtoseconde et du traitement guidé par aberrométrie et reconnaissance irienne (UltraLasik), améliore significativement la précision du traitement de l'astigmatisme.

Nous avons comparé, dans une série personnelle de 1 186 cas, les résultats de l'UltraLasik à ceux des méthodes conventionnelles. Pour des myopies de 0 à 6 D, 68 %

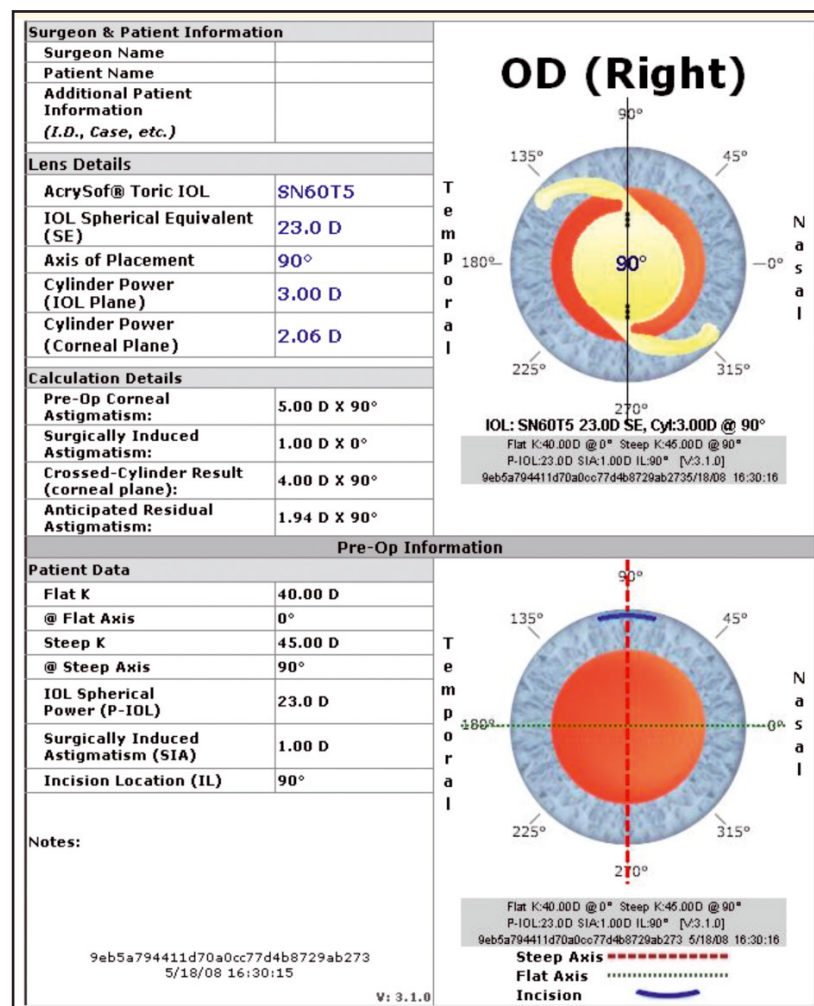


Figure 4 - Plan chirurgical avec l'Acrysoft Toric®.

des patients ayant bénéficié de l'UltraLasik présentent un astigmatisme résiduel inférieur à 0,25 D. Ce taux était de 40 % pour le traitement standard (microkératome et ablation sphérocyllindrique) et 23 % dans le groupe traité par microkératome + ablation guidée par aberrométrie sans reconnaissance irienne (Fig. 2).

LES MÉTHODES INCISIONNELLES

Les incisions en "T", classiques, ont été remplacées par les incisions arciformes car, outre leur effet hypermétropisant modéré, les incisions linéaires ne se prêtent pas facilement aux ajustements (leur allongement change la zone optique et la profondeur, et elles

sont moins efficaces car distantes de l'axe visuel, en périphérie).

Les incisions arciformes ont un effet relaxant sur le méridien cambré, qu'elles aplatissent, tandis qu'elles cambrent le méridien le plus plat. Du fait de cet effet "couple", l'effet sphérique est neutre. Leur allongement éventuel ne modifie pas la distance à l'axe visuel et la pachymétrie de la zone traitée, ce qui est plus efficace.

Ces incisions arciformes sont, si possible, automatisées (arcitome de Hanna, astigmatome de Terry-Schanzlin, Mastel Arcuate Corneal Compass®), ou réalisées, pour plus de précision, au laser femtoseconde. Leur prédictibilité est

Tableau 2 - Nomogrammes indicatifs de chirurgie incisionnelle de l'astigmatisme.**Incisions relaxantes limbiqes non perforantes (nomogramme de James P. Gills).**

Profondeur 600 μm (500 μm après 80 ans), sur le méridien le plus cambré
 1 D => 1 incision 6 mm
 2 D => 2 incisions 6 mm
 3 D => 2 incisions 8 mm
 4 D => 2 incisions 10 mm

Un nomogramme plus sophistiqué, tenant compte de l'âge et de la longueur angulaire des incisions (moins variable selon le diamètre cornéen) a été établi par L. Nichamin et peut être téléchargé sur www.mastel.com/pdf/napa.pdf.

Incisions perforantes limbiqes (nomogramme personnel, ces incisions peuvent être doublées sur le même axe et leur effet s'additionne).

Incision Mm	Midi					Oblique					Temporale				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
Effet en D	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	0,75	1,00	1,50	1,75	2,00	0,50	0,75	1,25	1,50	1,75

Incisions relaxantes automatisées ou par laser femtoseconde (nomogramme de Khalil Hanna pour une profondeur de 90 % de la pachymétrie centrale ; un facteur d'ajustement en fonction de l'âge peut être obtenu auprès du laboratoire Moria®).

Astigmatisme (D)	Zone optique (mm)	Course angulaire (°)
1,5 à 2,5	7,25	60
2,6 à 3,6	7,00	70
3,7 à 4,8	7,00	80
4,9 à 5,9	6,75	80
6,0 à 7,0	6,75	90
7,1 à 8,0	6,50	90

moins bonne que celle de la chirurgie photo-ablative, surtout dans les astigmatismes secondaires, mais elles permettent de traiter des astigmatismes de plus haut degré, ou de simplifier le traitement, en cas de chirurgie combinée à une chirurgie du cristallin ou d'un implant phake.

Les incisions limbiqes relaxantes (non perforantes ou perforantes) présentent l'avantage d'une grande simplicité, et d'un faible risque chirurgical, car elles sont plus éloignées de l'axe visuel, et leur cicatrisation étant plus rapide, elles se stabilisent facilement. Elles se combinent parfaitement à la chirurgie du cristallin ou des implants phakes. Des nomogrammes divers ont

été proposés, et doivent être adaptés par chaque chirurgien (Tab. 2) (Fig. 3).

TRAITEMENT DE L'ASTIGMATISME AU COURS DE LA CHIRURGIE DU CRISTALLIN

Le traitement de l'astigmatisme, au cours de la chirurgie de la cataracte, est devenu plus important du fait de l'augmentation des attentes réfractives des patients et de l'utilisation, de plus en plus fréquente, des implants multifocaux, qui nécessitent l'absence de cylindre résiduel pour être optiquement efficaces.

La chirurgie incisionnelle est, à la

fois, pratique et peu coûteuse (Tab. 2), notamment pour les implant multifocaux qui ne sont pas encore commercialisés en version torique. Un implant diffractif torique est en cours d'évaluation par Zeiss/Acritec®).

Les implants toriques sont adaptés aux sujets plus jeunes, chez lesquels les incisions relaxantes limbiqes sont moins efficaces, ou en combinaison avec ces dernières pour les astigmatismes de haut degré (> 3 D).

Plusieurs implants sont disponibles sur le marché.

- L'implant navette silicone Staar Toric®, avec un cylindre de + 2 D (correction de 1,5 D) et de + 3,5 D (correction de 2,25 D) : le modèle

TL de 11,2 mm présenterait une meilleure stabilité rotationnelle que le modèle TF de 10,8 mm.

• L'implant monobloc hydrophobe Alcon Acrysof Toric® de 13 mm existe pour des corrections de 1,5, 2,25 et 3 D. Sa stabilité rotationnelle semble excellente (4° en moyenne, 83 % des 500 cas de la série FDA étant à moins de 5° de l'axe cible au dernier contrôle). Cet implant bénéficie d'un logiciel de calcul en ligne offrant un résumé

graphique du plan chirurgical très pratique (<http://www.acrysoftoriccalculator.com>).

• L'implant Rayner T-flex IOL® est une lentille hydrophile, avec une optique large de 6,25 mm et une longueur de 12,5 mm, offrant une très large gamme de correction cylindrique de 1 à 11 D !

L'implant de Zeiss / Acritec® devrait être bientôt disponible et une version multifocale a été annoncée en janvier à Barcelone (Fig. 4).

La prévention et le traitement de l'astigmatisme, dans les greffes de la cornée, ainsi que les implants phakes toriques, seront abordés dans un prochain article. ■

Mots-clés :

*Implant intraoculaire torique,
Aberrométrie, Topographie, Femtoseconde*