



D. GATINEL  
Fondation A. de Rothschild, Hôpital Bichat-Claude Bernard, PARIS.  
CEROC (Centre d'Expertise et Recherche en Optique Clinique), PARIS.

## Un astigmatisme évolutif

La constatation d'un astigmatisme évolutif est une indication à un bilan clinique et paraclinique détaillé. La recherche d'une étiologie est capitale pour dépister une pathologie oculaire ou générale associée et guider la stratégie thérapeutique.

### ■ RAPPELS

L'astigmatisme est un défaut optique de l'œil fréquent qui provoque un flou visuel corrigé par un verre cylindrique concave ou convexe. Cette définition élémentaire dissimule une réalité optique plus complexe : l'astigmatisme régulier peut être appréhendé comme une erreur de focalisation qui varie continuellement entre deux axes dont les directions perpendiculaires. Les singularités de l'astigmatisme oculaire ont fait l'objet d'un numéro spécial de *Réalités Ophtalmologiques* auquel le lecteur curieux est invité à se reporter (*Réalités Ophtalmologiques*, 147, cahier 2, novembre 2007).

Cet article est consacré à la conduite à tenir face à un astigmatisme persistant et évolutif de l'adolescent ou de l'adulte. La principale difficulté est étiologique, car l'astigmatisme est un défaut réfractif dont l'origine n'est pas toujours purement cornéenne, et correspond parfois à la résultante de contributions cornéenne, cristallinienne ou mixte.

### ■ MECANISME

Schématiquement, l'astigmatisme peut être induit par deux processus :

– la toricité excessive d'un dioptré oculaire. Ce mécanisme intéresse principalement la cornée (on parle communément

d'"astigmatisme cornéen", alors qu'il serait plus juste d'employer le terme de toricité pour désigner le fait que les méridiens cornéens présentent une courbure variable et qu'il existe deux méridiens remarquables – le plus cambré, le moins cambré – qui permettent de définir l'axe de l'astigmatisme),  
– le décentrement relatif, ou le tilt d'un dioptré oculaire (cristallin, ou implant) vis-à-vis de la cornée. Ce mécanisme est plus rare et parfois omis. Il est pourtant le pourvoyeur essentiel de l'astigmatisme évolutif ayant une origine interne (ex. : astigmatisme lenticulaire chez un patient présentant une subluxation cristallinienne).

### ■ DIAGNOSTIC OBJECTIF

La formulation classiquement utilisée pour la prescription de verres correcteurs (sphère, cylindre x axe) ne fournit pas une représentation directement très intelligible de l'astigmatisme sur le plan anatomique. Par exemple, l'expression (-1 x 90°) peut inciter à penser que l'astigmatisme (s'il est purement cornéen) est un défaut myopique d'une dioptrie qui s'exerce le long du méridien cornéen situé à 90°. En réalité dans cet exemple, ce méridien vertical est celui qui possède la puissance la plus faible, car c'est le méridien horizontal qui est plus puissant de 1 dioptrie.

L'expression d'un astigmatisme réfractif (-1 x 90°) doit s'interpréter comme une "différence négative" d'une dioptrie à 90° (il y a une dioptrie en moins à 90°, ou il y a une dioptrie en plus à 0° – ce qui revient au même). En général, l'évolution d'un astigmatisme réfractif s'effectue selon une variation conjointe de la magnitude et de l'axe du cylindre et se fait vers l'aggravation (augmentation de la magnitude du cylindre).

Il est très rare qu'un astigmatisme évolutif régresse spontanément, sauf dans les cas de cicatrisation de la surface cornéenne ou de résolution d'œdème qui en étaient l'origine.

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

- ▶ L'astigmatisme évolutif d'origine cornéenne doit faire éliminer la présence d'une affection cornéenne évolutive (kératocône).
- ▶ L'astigmatisme évolutif d'origine interne doit faire éliminer la présence d'une affection cristallinienne (ectopie).
- ▶ L'examen topographique et aberrométrique doit être systématique en cas d'astigmatisme évolutif.
- ▶ L'apparition d'un astigmatisme évolutif après Lasik doit faire éliminer le diagnostic d'ectasie cornéenne.

## ■ LE RECUEIL DES DONNEES CLINIQUES

Au cabinet, un astigmatisme évolutif sera dépisté et confirmé par la réfraction subjective et objective sous cycloplégie. L'astigmatisme résulte de la conjugaison de l'effet optique de tous les dioptries oculaires, et il est difficile à ce stade d'en préciser l'origine (cornéenne, cristallinienne, ou les deux) sans recours à une mesure complémentaire (ex. : kératométrie).

### 1. – Données réfractives

Il faut :

- apprécier la symétrie en magnitude et en axe de l'astigmatisme entre l'œil droit et l'œil gauche (la propriété de symétrie droite/gauche est également appelée énantiomorphisme). Un astigmatisme est symétrique en axe quand la somme des axes des cylindres respectifs de l'œil droit et gauche est proche de 180° (ex. : (-1 x 20°) OD, (-1 x 160°) OG,
- préciser le caractère unilatéral ou bilatéral de l'astigmatisme,
- noter un éventuel changement d'axe (ex. : rotation progressive) associé à l'augmentation de la magnitude du défaut cylindrique, en particulier s'il s'effectue vers une direction oblique ou inverse.

### 2. – Données cliniques

Il faut rechercher :

- des antécédents de chirurgie cornéenne ou cristallinienne (ex. Lasik, chirurgie de la cataracte, insertion d'implants phaques ou pseudophaques, etc.),
- l'existence de signes visuels associés (diplopie monoculaire, asthénopie, maux de tête, etc.) et quantifier le nombre de pertes de lignes d'acuité visuelle non corrigée,
- des signes d'atopie oculaire ou générale,
- des antécédents familiaux particuliers (ex. : pathologie générale, maladie de système, anomalie génétique, kératocône, etc.),
- l'existence de frottements digitaux oculaires répétés.

La réalisation d'une kératométrie (Javal, autokérato-réfractomètre) objective la présence d'une toricité cornéenne, dont l'absence ou la non concordance avec l'axe et la magnitude du cylindre réfractif fait poser le diagnostic d'astigmatisme interne.

L'examen biomicroscopique doit être complet et rechercher la présence d'anomalies cornéennes comme la présence d'un anneau de Fleischer, d'une visibilité accrue des nerfs intracornéens, d'une cicatrice ou taie cornéenne, d'un ptérygion, d'une cataracte débutante, d'une anomalie de forme ou de position du cristallin (colobome, ectopie).

Le fond d'œil est systématique, et la présence d'une dysversion papillaire doit être notée.

Il faut également apprécier l'état de la sangle orbito-palpébrale, et vérifier l'absence d'exophtalmie ou d'autre anomalie du cadre ou du contenu orbitaire.

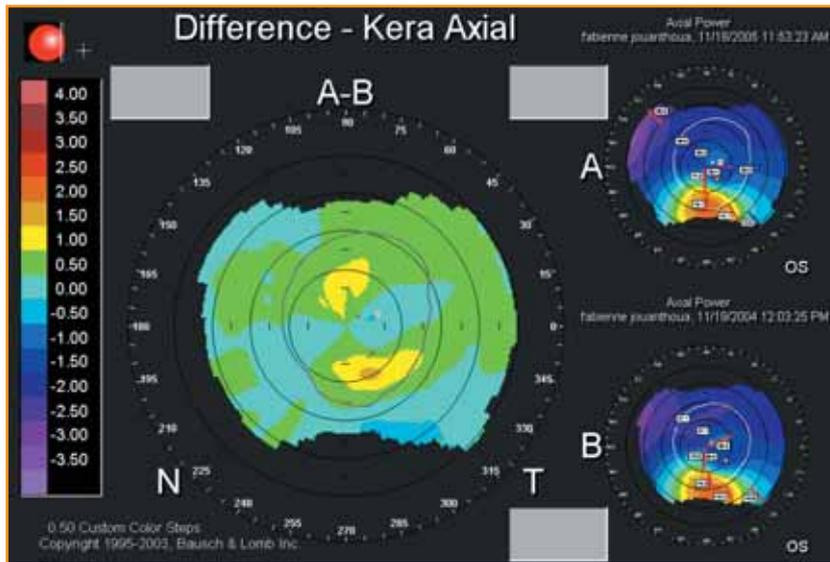
## ■ EXAMENS COMPLEMENTAIRES

Le bilan d'un astigmatisme évolutif doit comprendre la réalisation systématique d'une topographie cornéenne et d'un examen aberrométrique.

### 1. – Topographie cornéenne

Il est facile de poser avec certitude le diagnostic de kératocône fruste quand l'œil adelphe présente un kératocône avéré. En revanche, ce diagnostic est certainement posé par abus devant certaines formes d'atypies topographiques. La présence d'un astigmatisme évolutif documenté par des examens échelonnés dans le temps est un argument de poids en faveur d'une pathologie ectasiant débutante (*fig. 1*).

Idéalement, l'examen topographique doit intéresser les deux faces cornéennes (représentation de l'élévation antérieure et postérieure), ce qui permet également de réaliser une pachymétrie optique par soustraction de l'élévation. Ces données sont indispensables pour accomplir un dépistage plus précoce des formes très débutantes de kératocône (ex. : topographes Orbscan, Pentacam, Galilei). En effet, nous avons récemment confirmé l'existence d'un effet compensateur de l'épithélium cornéen pour masquer certaines caractéristiques topographiques antérieures proches de celles du kératocône fruste [1]. Ce re-lissage épithélial ne peut masquer que les anomalies de la face antérieure de la cornée. La déformation postérieure et l'amincissement paracentral de la cornée, qui



**Fig. 1 :** Astigmatisme réfractif évolutif chez une patiente atteinte de kératocône fruste alors qu'une kératométrie centrale moyenne (Javal simulé) était égale à 39.5 D. Réfraction en 2004 : plan (-1.50 x 160°) : 10/10. Réfraction en 2005 : (-2.25 x 175°) 10/10 f. La carte différentielle en kératométrie axiale (Orbscan) révèle les variations de courbure antérieure cornéenne avec image en sablier vertical (accentuation de la cambrure cornéenne sur les méridiens verticaux légèrement plus marquée en inférieure).

ne sont donc détectables qu'en topographie d'élévation et pachymétrie optique, ne sont pas affectés par ce re-lissage.

## 2. – Examen aberrométrie

L'aberrométrie est un moyen d'analyse puissant des propriétés optiques de l'œil et trouve ici une indication de choix [2]. L'intérêt de l'examen aberrométrie est au moins double :

- il permet de séparer les composantes régulières et irrégulières de l'astigmatisme oculaire. L'élévation des aberrations de haut degré est en effet le corollaire de l'astigmatisme irrégulier. Cette distinction peut même être effectuée séparément pour les composantes cornéennes et internes de l'astigmatisme, à condition de disposer d'un instrument combinant les fonctions de topographe et d'aberromètre (ex. : OPDscan, Nidek),
- l'astigmatisme réfractif est le plus souvent majoritairement induit par la toricité de la cornée, mais peut être également modulé par une composante cristallinienne. L'utilisation d'un topographe-aberromètre (qui permet donc le calcul direct des aberrations internes) permet d'effectuer cette distinction qui peut orienter fortement le diagnostic et influencer sur la stratégie de correction de l'astigmatisme.

## 3. – Autres examens

En fonction du contexte, d'autres investigations peuvent s'avérer utiles : mesure des propriétés viscoélastiques de la

cornée (Ocular Response Analyzer, ORA), mesure de la diffusion oculaire (OQAS), etc.

## ■ DIAGNOSTIC ETIOLOGIQUE

Il faut distinguer deux situations principales, selon l'existence d'antécédents de chirurgie ophtalmologique :

### 1. – Patients sans antécédents de chirurgie oculaire

- **Signes orientant vers un kératocône fruste ou débutant**

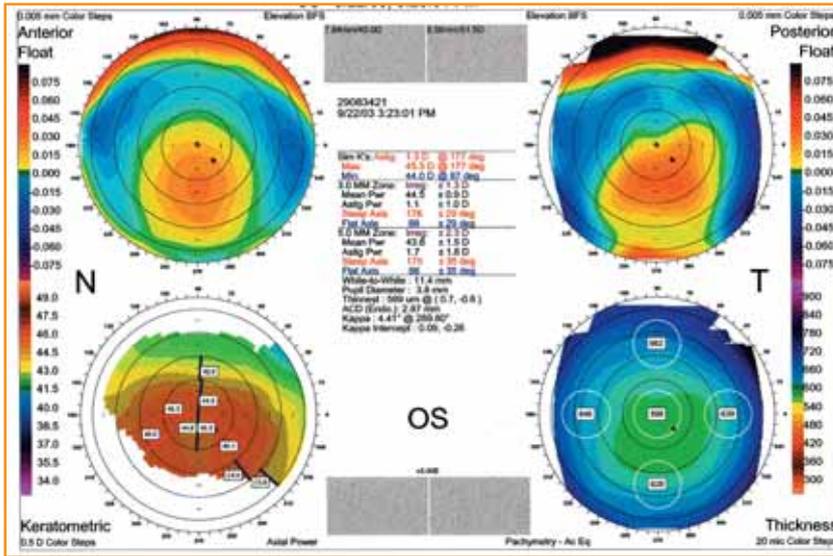
#### >>> Cliniquement :

- antécédents familiaux de kératocône,
- terrain atopique ou affection générale (ex. ; syndrome de Down),
- notion de frottements oculaires répétés,
- différence importante de l'erreur réfractive entre l'œil droit et l'œil gauche,
- acuité visuelle non corrigée supérieure à celle prédite par la magnitude du cylindre correcteur,
- discordance importante entre l'axe du cylindre prédit par l'autoréfractomètre et l'axe préféré subjectivement par le patient,
- axe du cylindre de direction oblique ou inverse,
- présence de signes biomicroscopiques évocateurs (anneau de Fleicher, nerfs intracornéens trop bien visibles, etc.).

#### >>> Topographie cornéenne

Elle permet de poser le diagnostic (ou de renforcer la suspicion) de kératocône fruste devant la conjonction de signes tels que l'asymétrie (cambrure inférieure) ou le caractère hyperprolate de la courbure, l'élévation postérieure accrue, la perte de l'énantiomorphisme (différence en courbure, en pachymétrie entre les deux yeux), l'accentuation du degré d'amincissement cornéen central ou paracentral, l'augmentation du taux d'aberrations optiques impaires (coma, trefoil) d'origine cornéenne [3].

Certains topographes sont équipés de logiciels comportant des programmes de détection automatisée. La répétition dans le temps de l'examen topographique est plus que souhaitable : l'accentuation d'un ou plusieurs des signes précédents accentue fortement la suspicion diagnostique dans les formes douteuses.



**Fig. 2 :** Carte Orbscan Quad Map : Dégénérescence pellucide marginale (OG). En 1999 : réfraction OG: plan 10/10. En 2003 : réfraction OG : + 0.25 (-1.50 x 90°). L'astigmatisme inverse est lié à la déformation du mur cornéen. Alors que l'épaisseur cornéenne centrale est normale, l'amincissement inférieur relatif s'associe avec une "ptose" de l'apex cornéen antérieur et postérieur.

>>> **Examen aberrométrique**

Augmentation (modérée dans les formes débutantes) des aberrations optiques de haut degré (coma, trefoil). Leur origine cornéenne peut être confirmée par l'analyse topographique (cf. paragraphe précédent). Les symptômes visuels occasionnés par ces aberrations comprennent la diplopie monoculaire, la perception de légères distorsions ou "spicules" autour de sources lumineuses ponctuelles telles que les petites LEDs d'appareils hi-fi de salon, malgré la correction en lunettes, etc.

● **Signes orientant vers une dégénérescence pellucide marginale de la cornée**

La survenue d'un astigmatisme inverse bilatéral d'aggravation progressive au cours de la quatrième ou cinquième décennie oriente fortement vers ce diagnostic. Il est confirmé par l'examen topographique (aspect classique en "moustaches gauloises" en topographie de courbure) et pachymétrie (amincissement cornéen très inférieur, alors que la valeur de la pachymétrie centrale demeure relativement inchangée) (fig. 2). Certaines formes peuvent poser un problème diagnostique différentiel avec le kératocône; en pratique, les modalités de prise en charge de ces deux affections sont relativement similaires.

● **Signes orientant vers une autre affection cornéenne**

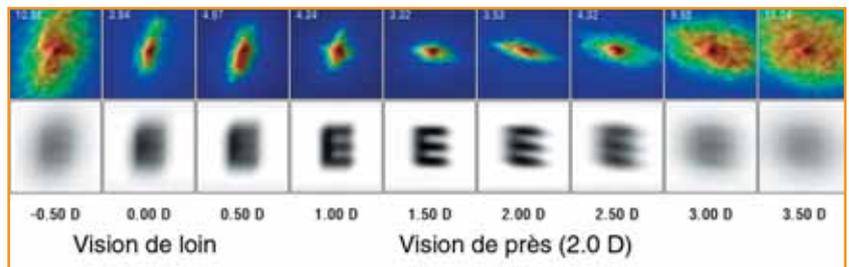
Certaines dystrophies plus rares de la cornée (ex. : kératoglobe) peuvent entraîner un astigmatisme évolutif. Les érosions cornéennes récidivantes ou secondaires à des dystrophies, les kératites épithéliales occasionnent volontiers un astigmatisme cornéen qui peut fluctuer de façon importante pendant les phases actives cicatricielles. Le ptérygion évolué ne pose pas de problème diagnostique particulier et provoque classiquement un astigmatisme direct (ou conforme) typiquement associé à une élévation marquée des aberrations optiques impaires de type coma et surtout trefoil.

● **Signes orientant vers une cataracte précoce**

La cataracte peut induire un astigmatisme réfractif évolutif d'origine cristallienne, en particulier dans certaines formes corticales où les opacités sont réparties de manière non uniforme. Le diagnostic repose sur l'élimination d'une autre cause d'astigmatisme (en particulier cornéenne) et le recours à l'aberromètre est très utile dans ce contexte. La mesure de la diffusion oculaire (aberrométrie double passage : OQAS) confirme la présence d'un astigmatisme réfractif conjugué à de la diffusion en objectivant la présence d'une focalisation en "conoïde de Sturm" (fig. 3).

● **Signes orientant vers une anomalie de position (ectopie) ou de forme (colobome) du cristallin**

La présence d'un astigmatisme prononcé évolutif dont la composante interne (non cornéenne) est marquée doit faire



**Fig. 3 :** Relevé OQAS chez un patient présentant la réfraction : +1.50 (-1 x 0°) (AV corrigée = 10/10). Le patient se plaint d'un "voile", de difficultés à distinguer les scènes en contre-jour. La topographie cornéenne montre une faible toricité cornéenne antérieure. L'étude de la tache d'éclaircissement rétinien (PSF) par l'OQAS (Visométrie) confirme la présence de l'astigmatisme réfractif (noter l'aspect des PSF pour les différentes vergences) et d'un certain degré de diffusion lumineuse (noter l'aspect irrégulier de la "meilleure" PSF, obtenue pour la valeur de l'équivalent sphérique = + 1).



systématiquement rechercher l'existence d'une anomalie cristallinienne de position. La présence d'une anomalie de localisation ou de forme du cristallin est une ectopie jusqu'à preuve du contraire. L'examen biomicroscopique doit être fait à dilatation maximale ; on recherchera la présence d'encoches même discrètes de l'équateur cristallinien (en particulier en inférieur), la présence de fibres zonulaires plus ou moins distendues, etc.

L'examen aberrométrique conjugué à l'examen topographique est très utile dans ce contexte en objectivant l'origine au moins partiellement interne de l'astigmatisme réfractif et de certaines aberrations optiques de haut degré

(travail soumis à publication). Un bilan médical clinique multidisciplinaire orienté doit être effectué en cas d'ectopie cristallinienne pour rechercher une affection générale telle que le syndrome de Marfan (l'ectopie cristallinienne est un critère diagnostique majeur pour cette affection) (fig. 4).

## 2. – Patient ayant des antécédents de chirurgie oculaire

### ● Chirurgie cornéenne réfractive

Après Lasik, la survenue d'un astigmatisme doit faire éliminer le diagnostic d'ectasie iatrogène secondaire. Comme pour le kératocône fruste (qu'il faudra d'ailleurs rechercher rétrospectivement chez ces patients sur les cartes préopératoires), la topographie cornéenne, répétée dans le temps, est l'examen complémentaire de choix.

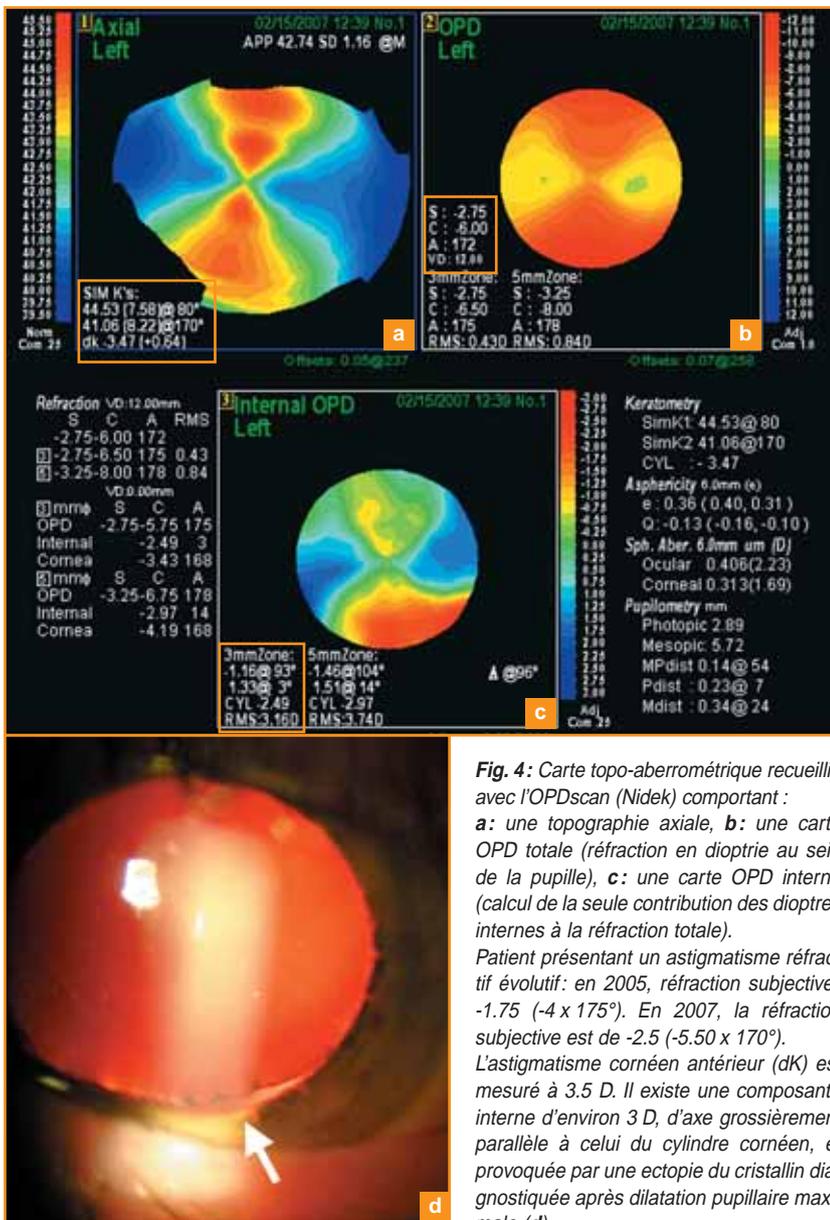
Après kératotomie radiaire, l'apparition d'une "dérive réfractive" vers l'astigmatisme hypermétropique composé n'est pas rare. Sa direction est souvent oblique ou inverse, et il est associé à une composante irrégulière très importante (élévation des aberrations optiques de haut degré).

### ● Chirurgie du cristallin

Schématiquement, l'astigmatisme observé au décours d'une chirurgie de la cataracte peut être cornéen (brûlure au site de l'incision) ou interne (subluxation et/ou tilt de l'implant).

Dans le premier cas, l'axe du cylindre est orienté en fonction de la localisation de la cicatrice, et tend à diminuer avec la réduction de l'œdème cornéen local.

Quand il n'y a pas ou peu d'astigmatisme cornéen, l'astigmatisme est interne et il faut rechercher la présence d'un décentrement et/ou d'un tilt (basculé) de l'implant à l'examen biomicroscopique. L'examen topo-aberrométrique confirme l'origine interne de l'astigmatisme, et montre en général un taux de coma accru et dont l'orientation est identique et la magnitude proportionnelle à celles du décentrement de l'optique de l'implant.



**Fig. 4 :** Carte topo-aberrométrique recueillie avec l'OPDscan (Nidek) comportant : **a :** une topographie axiale, **b :** une carte OPD totale (réfraction en dioptrie au sein de la pupille), **c :** une carte OPD interne (calcul de la seule contribution des dioptries internes à la réfraction totale). Patient présentant un astigmatisme réfractif évolutif : en 2005, réfraction subjective : -1.75 (-4 x 175°). En 2007, la réfraction subjective est de -2.5 (-5.50 x 170°). L'astigmatisme cornéen antérieur (dk) est mesuré à 3.5 D. Il existe une composante interne d'environ 3 D, d'axe grossièrement parallèle à celui du cylindre cornéen, et provoquée par une ectopie du cristallin diagnostiquée après dilatation pupillaire maximale (d).

### ■ PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

Elle dépend de la cause de l'astigmatisme et ses modalités précises ne seront pas détaillées ici.

Rappelons simplement que :

- Le kératocône fruste et la dégénérescence pellucide contre-indiquent la réalisation du Lasik. Certaines formes mineures et stables de ces affections sont compatibles avec la réalisation d'une technique de surface en fonction des cas, et selon certains auteurs. Dans tous les cas, il faut recommander au patient de ne pas se frotter vigoureusement les yeux, ou d'arrêter de le faire.
- La survenue d'une ectasie après Lasik est une contre-indication formelle à la reprise photoablatrice. L'insertion de segments d'anneaux intracornéens, la photopolymérisation du

stroma cornéen (cross linking) sont des techniques émergentes dans cette indication.

- L'adaptation contactologique est la technique de choix pour corriger la vision des patients atteints de kératocône primitif ou secondaire (ectasie). En revanche, la correction d'un astigmatisme supposé cornéen en lentilles rigides sphéro-aspériques ne sera guère efficace si cet astigmatisme est en fait d'origine interne (cela peut constituer un test diagnostique quand le recours à l'aberromètre est impossible). ■

### Bibliographie

1. GATINEL D, RACINE L, HOANG-XUAN T. Contribution of the corneal epithelium to anterior corneal topography in patients having myopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*, 2007; 33: 1 860-5.
2. MUFTUOGLU O, ERDEM U. Evaluation of internal refraction with the optical path difference scan. *Ophthalmology*, 2008; 115: 57-66.
3. SCHLEGEL Z, HOANG-XUAN T, GATINEL D. Comparison of and correlation between anterior and posterior corneal elevation maps in normal eyes and keratoconus-suspect eyes. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34: 789-95.