



D. GATINEL  
Fondation Ophthalmologique A. de Rothschild, CEROC, PARIS.  
gatinel@aol.com

## Peut-on implanter une lentille intraoculaire multifocale après photoablation cornéenne?

L'implantation d'une lentille multifocale est une solution attractive pour les patients opérés de cataracte et désireux de se passer de lunettes ou lentilles pour la réalisation de la plupart des tâches de la vie quotidienne. Cette performance est accomplie par l'insertion dans le sac capsulaire d'un implant multifocal dont la puissance nominative est calculée pour corriger la vision de loin, la vision de près étant corrigée par une addition dioptrique de valeur fixe pour chaque implant.

Si la présence d'une cataracte débutante constitue une indication élective pour cette technique, la pose d'implants multifocaux ne se conçoit usuellement que pour un œil par ailleurs indemne d'anomalie oculaire. De fait, la pose de lentilles multifocales chez des patients ayant eu préalablement recours à de la chirurgie cornéenne pour la correction d'une amétropie en vision de loin soulève plusieurs interrogations, auxquelles cet article s'efforcera de répondre.

La revue des indications et des contre-indications de l'insertion de lentille multifocale dans le contexte d'un antécédent de chirurgie réfractive fournit un fil conducteur pratique ; en effet, deux conditions primordiales pour l'obtention d'un bon résultat après implantation multifocale sont requises :

- la qualité optique et fonctionnelle de l'œil à opérer (hormis le cristallin) doit être suffisante : absence d'astigmatisme cornéen régulier ou irrégulier important, de pathologie rétinienne, etc.,
- le calcul biométrique exige une bonne précision.

La qualité optique cornéenne et la précision du calcul biométrique sont potentiellement altérés après la chirurgie réfractive : ces deux éléments gouvernent la possibilité de réaliser une implantation multifocale dans ce contexte et ils sont donc particulièrement développés dans cet article, qui débute par un rappel des caractéristiques particulières des implants multifocaux.

### □□ IMPLANTS MULTIFOCAUX : CARACTERISTIQUES OPTIQUES

Le design optique des implants multifocaux est bien codifié, et deux types d'implants multifocaux sont disponibles : les implants réfractifs et les implants diffractifs. Les implants réfractifs présentent des zones concentriques continues de puissance variable, alors que les implants diffractifs sont équipés d'un réseau de "pas diffractifs" destiné à dévier une partie de la lumière réfractée vers le foyer de près.

#### 1. – Implants réfractifs

Ces implants sont munis de plusieurs surfaces annulaires concentriques de puissance variable. La multifocalité est induite par la focalisation de la lumière incidente en plusieurs foyers par ces diverses zones (une zone réfractive correspond en général à un foyer donné qui permet donc de corriger soit la vision de loin, soit la vision de près). La plupart des lentilles possèdent également une zone dédiée à la correction de la vision intermédiaire, qui peut naturellement correspondre à une zone annulaire de "raccord" entre les surfaces respectivement dédiées à la vision de loin et de près. Du fait de la répartition spatiale des différentes zones réfractives, les implants multifocaux réfractifs ont par nature un rendement optique plus pupille-dépendant que celui des implants diffractifs. Par ailleurs, ces implants génèrent d'importantes aberrations optiques de type sphérique qui sont conçues pour apporter la multifocalité désirée pour des yeux dont la cornée possède une courbure et un taux d'aberration intrinsèque standard.

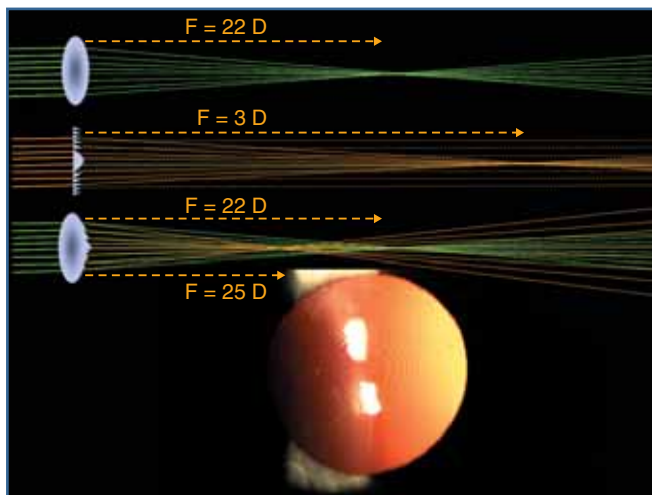
#### 2. – Implants diffractifs

Les implants diffractifs proposés actuellement (ex. : ReSTOR, AcryLisa, Tecnis MF) sont en fait des implants

“bifocaux”, la lumière étant divisée de façon non graduelle entre le foyer pour la vision de loin et celui pour la vision de près. Gravé à la surface d’une lentille monofocale destinée à emmétropiser le patient pseudophaque, un réseau diffractif transforme celle-ci en lentille à deux foyers ou bifocale (*fig. 1*). L’énergie incidente focalisée sur la rétine est donc moindre que dans le cas d’un implant monofocal.

Quel que soit le type d’implant diffractif, une perte d’environ 20 % de l’énergie lumineuse incidente est inévitable en raison de phénomènes de diffraction secondaire dans des ordres non utiles pour la vision. Le reste de l’énergie lumineuse (80 % environ) est divisé en un ordre dit “zéro” (absence de déviation) et un ordre 1 (déviations lumineuses vers un foyer dont la vergence est comprise entre 3 et 4 D selon les modèles de lentilles).

D’autres caractéristiques optiques permettent de distinguer les différentes lentilles diffractives disponibles : elles ont généralement pour but d’optimiser le “rendement” de ces lentilles, en particulier pour la vision de loin (ex. : répartition lumineuse asymétrique favorisant l’ordre zéro, apodisation, etc.). La plupart des études cliniques ou expérimentales attribuent aux lentilles diffractives une meilleure qualité de vision pour le foyer de loin que pour les lentilles réfractives. En



**Fig. 1 :** Représentation schématique du principe optique d’une optique d’implant multifocal diffractif.

C’est une optique principalement bifocale (en bas : implant AcryLisa). Sa structure globale est complexe, mais on peut la décomposer en une partie “réfractive monofocale” (en haut) et une partie “diffractive” (au milieu). La partie diffractive est un “réseau de phase” dont les marches ont une hauteur et une largeur calculées pour diffracter la lumière incidente en plusieurs ordres. Dans le cas d’un implant multifocal, ce réseau est conçu pour répartir l’énergie lumineuse incidente dans le visible en deux ordres de diffractions. L’ordre 0 n’est pas dévié ; l’ordre 1 est diffracté vers un foyer correspondant à une puissance focale de 4 dioptries. (Illustration D. Gatinel)

revanche, leur utilisation est déconseillée au profit des implants multifocaux réfractifs chez les patients qui utilisent beaucoup la vision intermédiaire.

Les effets indésirables sont principalement représentés par la perception de halos lumineux, une sensation de moindre perception des contrastes en ambiance mésopique.

### 3. – Conséquences pour les patients opérés de chirurgie réfractive

L’existence de plaintes visuelles comme la perception de halos lumineux préexistants à la cataracte plaide plutôt en faveur de l’insertion d’une lentille monofocale, sous peine de renforcer ceux-ci.

Si une implantation multifocale est envisagée, la prescription de lentilles diffractives apparaît plus logique dans le contexte de patients dont la qualité optique cornéenne peut être diminuée que la pose d’implants multifocaux de type réfractifs [1]. Une étude récente révèle une satisfaction et des performances visuelles jugées satisfaisantes chez des patients opérés de cataracte après chirurgie réfractive et ayant reçu des implants diffractifs [2].

La présence d’une multifocalité cornéenne (ou d’un taux élevé d’aberrations sphériques négatives cornéennes) est fréquente après Lasik hypermétropique : dans ce type de situation, il est préférable de proposer une implantation monofocale emmétropisante en misant sur la persistance de la multifocalité cornéenne résiduelle.

La présence d’un astigmatisme régulier cornéen supérieur à 0.75 D ou fortement irrégulier sont également des contre-indications à l’implantation multifocale classique tant qu’ils ne sont pas corrigés. La réalisation d’une topographie cornéenne doit être systématique, et servira également au calcul biométrique (détermination de la puissance kératométrique centrale). La présence d’un astigmatisme cornéen régulier prononcé peut être compatible avec l’insertion d’un implant multifocal diffractif torique (ex. : AcryLisa torique).

Sans être formellement contre-indiquée, la pose de lentilles multifocales de type réfractif après chirurgie réfractive incite à la prudence et devrait être réservée à des situations particulières, sous peine de générer des symptômes de baisse de la qualité visuelle par l’induction d’un taux d’aberrations optiques oculaire de haut degré trop élevé.

## CONSIDERATIONS BIOMETRIQUES

### 1. – Le calcul de l'implant chez le patient opéré de chirurgie réfractive

De nombreuses formules biométriques sont proposées pour tenter de prévenir l'apparition d'une "surprise réfractive", c'est-à-dire une puissance calculée d'implant trop faible chez les patients opérés de la myopie (qui deviennent alors hypermétropes après implantation), et trop forte chez les patients opérés de l'hypermétropie (rendus myopes après implantation) [3].

Du fait d'une proportion croissante de patients atteints de cataracte et opérés dans le passé de chirurgie réfractive cornéenne, les particularités liées à la réalisation d'une biométrie chez ce type de patients font aujourd'hui l'objet d'une littérature foisonnante, à laquelle le lecteur est invité à se reporter. Nous nous bornerons à rappeler les raisons de ces erreurs réfractives, qui ne sont pas liées à un quelconque effet "néfaste" de la chirurgie réfractive cornéenne, mais mettent plutôt en lumière les défauts et simplifications excessives des formules classiques de calcul.

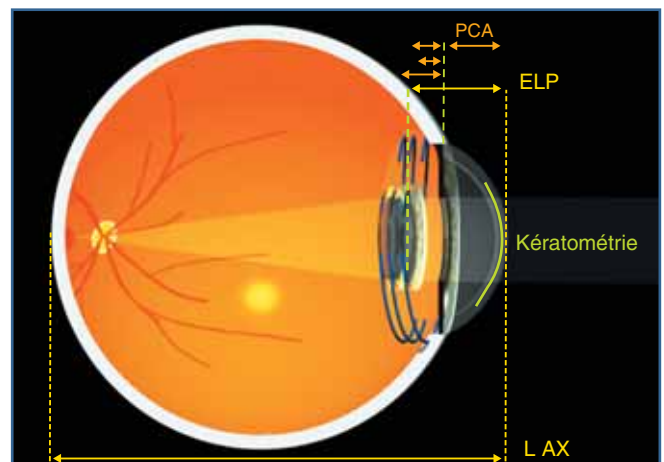
L'absence de mesure du pouvoir réfractif de la face postérieure avec les topographes spéculaires a conduit à utiliser une valeur d'indice réfractif minorée pour le calcul de la vergence du dioptré cornéen. Cela permettait de compenser l'effet légèrement divergent de la face postérieure de la cornée, et tout se passe comme si l'on effectuait une réduction systématique d'environ 10 % du pouvoir optique central de la cornée. Les myopes opérés en Lasik ou PKR ont des cornées antérieurement plus plates (moindre valeur kératométrique : ex. : 37 D au lieu de 43 D), mais une cornée postérieure de courbure et donc de puissance inchangée. Avec la formule utilisant l'indice de réfraction minoré, une moindre valeur est retranchée à la valeur estimée de la face antérieure, ce qui conduit à surestimer la puissance cornéenne.

L'estimation de la puissance cornéenne s'effectue par une mesure de la courbure située en général à 1,5 mm de l'apex cornéen. Chez les sujets non opérés, cette puissance fournit une estimation généralement correcte de la vergence cornéenne. Chez les sujets opérés, en revanche, la présence d'une irrégularité centrale et d'une accentuation de l'asphéricité cornéenne antérieure aboutit à une estimation souvent incorrecte de la puissance cornéenne. Chez les patients opérés de myopie présentant une asphéricité de type oblate, la courbure paracentrale (ex. : à 1,5 mm du centre cornéen) est parfois net-

tement supérieure à celle de la zone la plus centrale, ce qui conduit là encore à surestimer la puissance cornéenne.

Outre la longueur axiale et la kératométrie, la position finale de l'implant vis-à-vis du dioptré cornéen (distance entre le plan de l'implant et le sommet cornéen) joue un rôle non négligeable dans le calcul biométrique [4] (*fig. 2*). Pour prédire cette distance, les formules classiques utilisent des méthodes fondées sur des calculs de régression statistique utilisant un nombre restreint de variables (constante A, courbure cornéenne, longueur axiale, etc.). Dans le cas qui nous intéresse, les formules qui font appel à la valeur de la kératométrie pour la prédiction de la "position effective" de l'implant risquent d'induire une erreur additionnelle, sauf si la kératométrie utilisée pour ce calcul est préopératoire.

Pour pallier ces sources d'erreurs potentielles, il existe deux types de remèdes selon que l'on possède ou non les valeurs préopératoires à la chirurgie réfractive (kératométrie initiale, myopie traitée, etc.). Quand ces données sont disponibles, les méthodes proposées ("histoire clinique", "double-K", etc.) consistent schématiquement à effectuer un calcul "classique" en utilisant les données préopératoires pour la détermination de la puissance kératométrique et la position effective de l'implant. Quand ces données sont indisponibles ou incertaines (ex. myopie d'indice liée à la cataracte perturbant l'estimation du changement réfractif), il faut employer des formules dites de 3<sup>e</sup> ou 4<sup>e</sup> génération, dont les caractéristiques reposent sur une meilleure estimation de la puissance cor-



**Fig. 2 :** Paramètres du calcul biométrique : il repose sur la mesure de la kératométrie, de la longueur axiale, et de la position prédite de l'implant (ELP : effective lens position). L'ELP n'est pas égale, ni prédite par la valeur de la profondeur de chambre antérieure anatomique (PCA). Les formules de 3<sup>e</sup> génération permettent de mieux prédire la valeur de l'ELP.

(Illustration D. Gatinel)

néenne et de la position effective de l'implant en postopératoire (ex. : formules de Haigis, de Holladay 2, de Calossi-Camellin, etc.).

## 2. – Conséquences

Il est impératif de choisir une méthode de calcul adaptée aux yeux non vierges de chirurgie cornéenne. En l'absence de données préopératoires fiables, les formules de type SRK T ou Hoffer Q ne sont pas précises, car l'importance accordée à la kératométrie pour la détermination de la position effective de l'implant est trop importante. Les formules de Haigis (Haigis-L pour les patients opérés de Lasik), ou de Holladay 2 permettent une meilleure estimation de la puissance emmétropisante.

### □ DEMARCHE CLINIQUE, CONDUITE A TENIR

Un dialogue ouvert est important, afin de préciser les souhaits du patient et lui fournir une information claire et complète. Il est important d'insister sur le risque de survenue d'effets visuels indésirables et d'une erreur de calcul d'implant. La possibilité d'un changement d'implant ou d'une retouche réfractive cornéenne pour corriger une éventuelle imprécision réfractive après implantation doit être mentionnée.

Les examens complémentaires comportent, outre la biométrie, une topographie cornéenne afin d'éliminer la présence d'une complication cornéenne de la chirurgie réfractive. Cette topographie permet de repérer avec précision l'axe du cylindre topographique. Dans certains cas, un examen par OCT sera demandé pour mesurer l'épaisseur du mur résiduel cornéen postérieur, surtout si l'on pressent la nécessité d'une photoablation secondaire (risque important d'erreur réfractive, astigmatisme régulier, etc.).

## 1. – Le calcul biométrique

L'utilisation de formules adaptées au calcul d'implant après chirurgie cornéenne est impératif : Haigis, Holladay 2, Camellin-Calossi. Ces formules permettent une meilleure prédiction de la position effective de l'implant. Si les données préopératoires et relatives à la chirurgie réfractive sont disponibles, la méthode dite de l'"histoire clinique" peut être employée, et le résultat obtenu comparé à celui des formules précédemment citées. La mesure de la puissance cornéenne doit être effectuée au mieux à partir d'un relevé topographique. Certaines formules permettent l'importation de don-

nées topographiques (ex. : IOL Station-OPDscan-Nidek, BESSt Formula-Pentacam Oculus, etc.). La formule Haigis-L, disponible sur la version 5.1 du biomètre IOL-Master, a été conçue pour permettre le recueil intégral des données nécessaires au calcul biométrique (profondeur de chambre antérieure, kératométrie corrigée par un algorithme établi à partir d'une base de données constituée de patients opérés de Lasik myopique) [5].

## 2. – La chirurgie

Une technique classique de phacoémulsification peut être utilisée, à condition d'être anastigmatogène, chez les patients initialement exempts d'astigmatisme cornéen. La correction simultanée d'un astigmatisme cornéen est théoriquement possible par des incisions relaxantes, mais la relative imprécision de celle-ci fait préférer la réalisation d'une correction secondaire quelques semaines après l'insertion d'une lentille multifocale diffractive.

Idéalement, la correction secondaire s'effectue par resoulèvement du volet stromal pour les patients opérés de Lasik, en s'assurant de l'existence d'un mur résiduel postérieur suffisamment épais.

L'insertion d'un implant MF ne se conçoit et/ou est d'autant plus légitime que :

- Le patient, avant tout gêné par la diffusion lumineuse provoquée par la cataracte, souhaite bénéficier d'une emmétropisation (comme avant la cataracte), mais également conserver ou acquérir une indépendance à la correction optique en vision de près.
- Il existe une myopie d'indice responsable d'une acuité visuelle de près non corrigée utile et que le patient souhaite conserver.
- Il n'existe pas d'anomalies cornéennes à la lampe à fente (haze, cicatrice, invasion épithéliale, etc.) ou de la surface oculaire (sécheresse marquée, etc.).
- La topographie cornéenne confirme l'absence d'astigmatisme cornéen régulier significatif et permet idéalement de quantifier le taux d'astigmatisme irrégulier (calcul des aberrations cornéennes de haut degré). L'existence d'un décentrement, d'une zone optique fonctionnelle de petit diamètre ou d'une multifocalité cornéenne accrue représentent des contre-indications à la mise en place d'un implant multifocal.

- Il n'existe pas d'autre anomalie oculaire associée (cf. contre-indications classiques des implants multifocaux).
- Le patient accepte le risque d'imprécision réfractive faisant poser l'indication d'un traitement photoablatif complémentaire.
- Il est possible d'effectuer une retouche cornéenne, au besoin après implantation.

## □□ CONCLUSION

L'insertion d'une lentille multifocale après chirurgie réfractive cornéenne est un acte qui requiert une certaine expertise technique et diagnostique. Il emprunte à la chirurgie réfractive et à la chirurgie de la cataracte. Comme souvent en chirurgie réfractive, les meilleures indications font les meilleurs

résultats. L'insertion d'une lentille multifocale chez un patient avec un passé de chirurgie réfractive cornéenne demeure une option intéressante pour prolonger l'enjeu principal de la chirurgie réfractive : réduire le recours à la correction par verres de lunettes. □

## Bibliographie

1. ZELICHOWSKA B, REKAS M, STANKIEWICZ A, CERVINO A, MONTES-MICO R. Apodized diffractive versus refractive multifocal intraocular lenses: optical and visual evaluation. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34: 2 036-42.
2. ALFONSO JF, MADRID-COSTA D, POO-LOPEZ A, MONTES-MICO R. Visual quality after diffractive intraocular lens implantation in eyes with previous myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34: 1 848-54.
3. LTEIF Y, GATINEL D. Intraocular lens power calculation after keratorefractive surgery. *J Fr Ophtalmol*, 2008; 31: 326-34.
4. HO JD, LIU SW, TSAI RJ, TSAI CY. Estimation of the effective lens position using a rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34: 2 119-27.
5. HAIGIS W. Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia: Haigis-L formula. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34: 1 658-63.

