



P. LEVY
Cabinet d'Ophthalmologie,
MONTPELLIER.

La chirurgie réfractive de la cataracte

La chirurgie réfractive de la cataracte remet le patient et sa vision au centre de nos préoccupations et constitue à notre avis une véritable révolution, au moins dans les mentalités des chirurgiens.

La phaco-réfractive a deux buts essentiels et non contradictoires :

- amélioration du confort de vision et de vie en diminuant la dépendance postopératoire aux corrections optiques (en vision de loin, de près et intermédiaire),
- amélioration de la qualité de vision, notamment en ce qui concerne la sensibilité aux contrastes et la vision en basse luminance.

Nous étudions dans cet article les différents moyens et les différentes techniques à notre disposition pour passer de l'ère de la chirurgie de la cataracte à celle de la phaco-réfractive.

Le temps où la préoccupation principale, voire unique, du chirurgien était l'ablation du cristallin est révolu. Nous assistons depuis environ 15 ans à une évolution considérable qui peut se résumer aux étapes suivantes :

- Standardisation de la phaco-émulsification qui est devenue de plus en plus performante aux fils des ans et qui permet aujourd'hui une chirurgie extrêmement sûre et efficace par micro-incision, sous anesthésie topique en ambulatoire.
- Introduction des implants souples permettant une chirurgie par petite incision, garante d'une réhabilitation visuelle précoce et de résultats stables et reproductibles.
- Implants avec de nouveaux standards de qualité, repoussant les limites de l'opacification capsulaire et prenant en compte la protection maculaire face aux longueurs d'onde toxiques de la lumière.
- La dernière évolution est celle de la **chirurgie réfractive de la cataracte**. Elle remet le patient et sa vision au centre de nos préoccupations et constitue à notre avis une véritable révolution, au moins dans les mentalités des chirurgiens. Elle est liée à plusieurs facteurs :
 - les patients de plus en plus exigeants et de mieux en mieux informés sont demandeurs de solutions leur permettant de diminuer leur dépendance aux corrections optiques postopératoires,
 - la technologie des implants a fait des progrès spectaculaires permettant d'entrer de plain-pied dans ce tournant réfractif de la chirurgie de la cataracte. Des implants multifocaux de nouvelle génération, des implants toriques et des implants asphériques sont à notre disposition et sont autant d'outils qui nous permettent d'apporter une réponse adaptée aux désirs et aux besoins de nos patients.

La phaco-réfractive a deux buts essentiels et non contradictoires :

- amélioration du confort de vision et de vie en diminuant la dépendance postopératoire aux corrections optiques (en vision de loin, de près et intermédiaire),
- amélioration de la qualité de vision, notamment en ce qui concerne la sensibilité aux contrastes et la vision en basse luminance.

Nous allons envisager les moyens actuels à notre disposition pour satisfaire à ces deux buts, sachant bien évidemment que la chirurgie réfractive de la cataracte est avant tout fonction des désirs et des attentes du patient et de son état clinique (tout n'étant pas possible).

II LA DIMINUTION DE LA DEPENDANCE AUX CORRECTIONS OPTIQUES POSTOPERATOIRES

1. – Vision de loin

Le but est évidemment d'obtenir l'emmétropie sphéro-cylindrique.

>>> En ce qui concerne l'**emmétropie sphérique** qui est depuis longtemps au cœur de nos préoccupations, la biométrie précise est l'élément prépondérant :

- des progrès ont été réalisés grâce à la biométrie par interférométrie à cohérence optique (Zeiss IOL Master) qui apporte une précision et une reproductibilité supplémentaires,
- l'usage de formule de nouvelle génération, notamment en cas d'amétropie préopératoire, a permis aussi une amélioration de notre précision dans l'obtention d'une emmétropie sphérique postopératoire (formule SRK T ou Holladay II chez le myope, Hoffer Q ou Haigis chez l'hypermétrope).

>>> En ce qui concerne l'**emmétropie cylindrique**, elle n'est pas encore suffisamment au cœur de nos préoccupations, et pourtant un cylindre résiduel diminue sensiblement selon son importance l'acuité visuelle sans correction (*fig. 1*).

Plusieurs moyens sont à notre disposition pour gérer l'astigmatisme préopératoire :

- s'il n'y a pas d'astigmatisme préopératoire ou si celui-ci est < 0.5 D, le but essentiel est de ne pas modifier cet astigmatisme. La micro-incision, qu'elle soit bi- ou coaxiale, permet d'obtenir une chirurgie astigmatiquement neutre,



Fig. 1 : Simulation de la vision selon l'astigmatisme.

- s'il existe un astigmatisme ≥ 0.50 D, le but est alors de diminuer cet astigmatisme.

Pour diminuer cet astigmatisme, plusieurs moyens sont à notre disposition :

● Incision cornéenne sur le méridien cambré

L'incision cornéenne de 3 à 3,2 mm sur le méridien cambré, associée éventuellement à une incision opposée sur le même axe, permet de minimiser l'astigmatisme si celui-ci est ≤ 1 D (*fig. 2*). La taille de l'incision, sa construction en 1 ou 2 plans dépendront de la quantité d'astigmatisme et de l'âge du patient.

● Les incisions limbiques relaxantes

La chirurgie cornéenne relaxante a fait aussi des progrès importants. Nous utilisons cette technique pour les astigmatismes ≥ 1 D (*fig. 3*). Les progrès sont liés :

- au siège des incisions : auparavant, elles étaient intracornéennes sur une zone optique de 7 mm, voire parfois de 5 mm. Elles étaient alors moins précises et plus dangereuses et, de plus, génératrices d'astigmatisme irrégulier. 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,

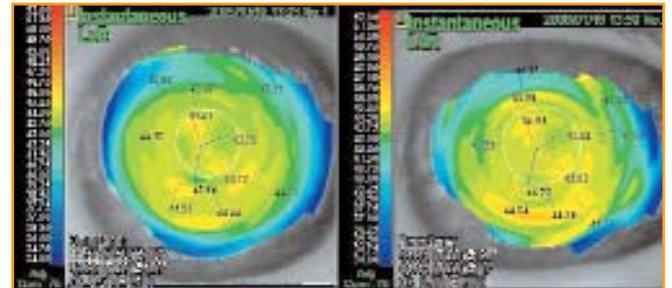


Fig. 2 : Diminution de l'astigmatisme cornéen préopératoire par une incision cornéenne adaptée sur le méridien cambré. A gauche, préopératoire : 0.58 D ; à droite, postopératoire : 0.00 D.

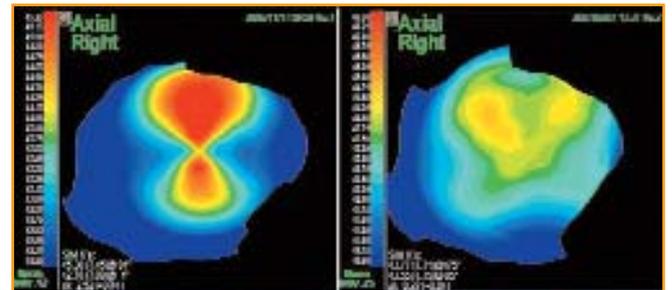


Fig. 3 : Diminution d'un astigmatisme conforme par incisions limbiques relaxantes. A gauche : préopératoire 2.52 D ; à droite : postopératoire 0.22 D.

- au développement de couteaux précalibrés à usage unique bien plus abordables que les couteaux diamants,
- au 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.

● Les implants toriques



Fig. 4: Implant AcrySof Toric.

Ils ont été développés par la société STAAR en 1998, sur la base de l'implant navette silicone. Les résultats furent mitigés du fait de la rotation postopératoire importante de l'implant liée à sa forme et plus encore à sa taille (rappelons que 10° de rotation diminuent l'effet de 1/3 et que 30° de rotation annulent tout effet de l'implant torique). Le renouveau de l'implant torique est le fait de la société Alcon (fig. 4)

qui a développé un implant torique sur la base de l'implant AcrySof monobloc sphérique, implant connu comme étant extrêmement stable du fait de son matériau aux propriétés adhésives et du dessin de ses haptiques.

Actuellement, trois modèles sont commercialisés, ils corrigent jusqu'à 2 dioptries au plan cornéen. D'autres modèles seront prochainement commercialisés corrigeant jusqu'à 4 dioptries.

Les résultats sont très favorables grâce à l'excellente stabilité postopératoire de l'implant (rotation moyenne < 4°) (fig. 5) et



Fig. 5: Alignement des marques d'un implant AcrySof Toric.

- ▶ La diminution de la dépendance au port de corrections optiques postopératoires est devenue une préoccupation de nos patients.
- ▶ La maîtrise de l'astigmatisme par incisions limbiques ou par implant torique est un point essentiel dans l'indépendance au port d'une correction optique en vision de loin.
- ▶ Les implants multifocaux de nouvelles générations permettent actuellement dans près de 90 % des cas l'indépendance au port d'une correction optique aussi bien en vision de loin que de près. Certains implants ou certaines combinaisons d'implants permettent en outre l'obtention d'une vision intermédiaire sans correction.
- ▶ La monovision reste une situation très intéressante notamment pour la vision de loin et intermédiaire sans correction. Elle peut aujourd'hui se concevoir d'une façon encore plus dynamique en utilisant volontairement les aberrations de sphéricité qui génèrent une pseudo-accommodation favorisant la vision de près conjointement à l'astigmatisme inverse et à une myopisation résiduelle.
- ▶ L'avenir verra sans doute la gestion et la maîtrise de certaines aberrations optiques d'ordre élevé ciblées selon les attentes visuelles de nos patients.

les études montrent une nette diminution du port de correction optique en vision de loin.

Par ailleurs, nous avons montré, dans une étude personnelle, la supériorité de la correction de l'astigmatisme avec l'implant torique par rapport aux incisions cornéennes relaxantes, surtout pour les astigmatismes ≥ 1.5 D, en termes d'efficacité et plus encore de prédictibilité.

2. – Vision de loin, de près et vision intermédiaire

Le but ultime est celui de la restauration de l'accommodation ou d'une pseudo-accommodation et au mieux de la vision continue. De nombreuses possibilités nous sont offertes aujourd'hui, certaines s'apparentent encore à une solution de compromis

● La monovision

Elle est connue et pratiquée depuis longtemps. Ses inconvénients sont bien connus, notamment la tolérance du patient à une telle situation binoculaire. Elle est adaptée en fonction des préférences visuelles du patient. La règle habituellement retenue (mais non universelle) est d'obtenir l'emmétropie sphéro-cylindrique sur l'œil dominant (un maximum de -0.50 D est possible sans pénaliser la vision de loin) et de laisser une myopie résiduelle de l'ordre de -1.50 à -2.00 D (anisométrie maximale de 1.50 D). Cette situation permet une indépendance au port d'une correction optique dans de très nombreuses situations de la vie quotidienne.

Il est possible aujourd'hui d'apporter de meilleurs résultats grâce :

- à l'usage d'un implant asphérique sur l'œil dominant, son choix pouvant être orienté par le degré d'asphéricité cornéenne préopératoire définie par l'analyse du front d'onde. L'absence d'asphéricité positive ou une asphéricité maximale de $0,10 \mu$ sont garantes d'une meilleure qualité de vision et d'une meilleure sensibilité aux contrastes,
- à l'usage d'un implant sphérique ou asphériquement neutre (principe optique de Bausch & Lomb) sur l'œil dominé.

La présence d'une asphéricité positive totale postopératoire améliore encore la vision de près, sans correction de l'œil myopisé, par effet de pseudo-accommodation ($0,27 \mu$ d'aberration sphérique procure + 0.50 D de pseudo-accommodation). Il est par ailleurs souhaitable de ne pas corriger la totalité de l'astigmatisme sur l'œil dominé, voire de créer de façon idéale un astigmatisme inverse myopique simple d'environ 1 dioptrie, celui-ci améliorant encore la vision de près sans correction.

Cette solution, pour laquelle on va créer une asphéricité totale positive, associée à un astigmatisme, permet d'obtenir une très bonne vision intermédiaire et une vision de près exploitable dans de nombreuses situations de la vie courante, tout en minimisant l'anisométrie que l'on va créer, ce qui est à l'origine d'une meilleure tolérance de la part de nos patients.

● *Les implants multifocaux*

Les implants multifocaux d'ancienne génération dont le plus utilisé fut l'implant AMO Array avaient des inconvénients importants qui en limitaient l'usage : halos nocturnes et phénomènes scotopiques, et vision de près médiocre.

Depuis environ 3 ans, nous assistons à la renaissance de la multifocalité dans la chirurgie de la cataracte. Des implants multifocaux de nouvelle génération ont été développés sur des principes optiques différents (*fig. 6*) : Alcon ReSTOR :



Fig. 6 : Les différents implants multifocaux. De gauche à droite : Rezoom, Acrilisa 366 D, ReSTOR et Technis Multifocal.

optique diffractive réfractive apodisée ; AMO Rezoom : optique réfractive optimisée selon les zones ; AMO Technis Multifocal : optique diffractive asphérique ; Acritec Acrilisa 366 D : optique bifocale biconvexe asphérique.

Ils offrent des performances tout à fait remarquables avec des inconvénients nettement moindres que les implants de première génération :

- moins de halos nocturnes et de phénomènes d'éblouissement,
- moins de compromis entre la vision de loin et de près,
- meilleure sensibilité aux contrastes et meilleure qualité de vision.

Les performances optiques de ces implants sont sensiblement différentes.

Plusieurs options sont envisageables pour obtenir le meilleur résultat possible.

>>> **L'implantation bilatérale du même implant :** celui-ci sera choisi en fonction de ses performances propres, des désirs du patient et des habitudes de vie (par exemple meilleure vision de près avec les optiques diffractives, moins de halos nocturnes invalidants avec le ReSTOR, meilleure vision intermédiaire avec le Rezoom).

>>> **L'implantation asymétrique ou le Mix and Match** des auteurs anglo-saxons : la solution la plus souvent proposée est la mise en place d'un implant ReSTOR ou Technis dans un œil et d'un implant Rezoom dans l'autre. Cette solution permet, avec des résultats encourageants mais contradictoires selon les études, de donner une "vision continue", c'est-à-dire à la fois une vision de loin et de près excellente sans correction mais aussi une très bonne vision intermédiaire, ce qui n'est pas toujours le cas avec le ReSTOR ou le Technis quand ils sont implantés bilatéralement. Ces résultats sont quantitativement satisfaisants dans l'indépendance globale au port d'une correction optique, mais l'analyse des conséquences liées à l'implantation de deux principes optiques différents n'est pas encore parfaitement étudiée, et les résultats publiés sont encore trop contradictoires.

● *Les implants accommodatifs*

Il s'agit d'un nouveau concept apparu dans les années 2000. Ces implants sont optimisés pour améliorer les phénomènes de pseudo-accommodation observés avec les implants monofocaux. Le principe est basé sur une modification de la foca-



lisation en rapport avec un déplacement antérieur de l'implant pendant l'accommodation. Aucun modèle n'est actuellement commercialisé en France.



Fig. 7: L'implant Crystalens AT 45.

Le modèle le plus étudié est le Crystalens AT 45 (fig. 7) qui vient d'être récemment optimisé. Jusqu'à présent, cet implant avait des inconvénients :

- une précision réfractive inconstante en vision de loin,
- des phénomènes de halos liés à une petite optique (4,5 mm),
- une vision de près souvent insuffisante (1.5 D de pseudoaccommodation),
- un résultat sur la vision de près inconstamment pérenne.

Ce type d'implant peut être utilisé bilatéralement ou en implantation asymétrique selon le principe du Mix and Match.

II L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE VISION

Les implants "asphériques" optimisent encore les résultats au point de vue de la qualité de la vision postopératoire. On constate en effet que même si la restauration chirurgicale de la transparence des milieux et la correction optique apportée par les implants habituels entraîne une récupération fonctionnelle objective qui atteint fréquemment 10/10, elle n'empêche pas certains patients de se plaindre à juste titre d'une certaine gêne visuelle dans des conditions particulières (brouillard, baisse de la luminosité, vision à contre-jour). On sait maintenant que cette gêne visuelle est due aux aberrations optiques induites par l'implant qui sont en grande partie des aberrations de sphéricité.

1. – Décomposition de l'aberration sphérique de l'œil

L'aberration sphérique dépend des deux principaux dioptries oculaires qui se compensent par leurs caractéristiques physiques et géométriques : la cornée et le cristallin.

La cornée est prolate et génère des aberrations sphériques positives qui varient peu avec l'âge. Le cristallin du sujet jeune, du fait de la diminution de son indice de réfraction du

centre vers la périphérie, génère de l'aberration sphérique négative qui compense l'aberration sphérique positive cornéenne. Le taux d'aberrations sphériques totales de l'œil est ainsi faible. Après 40 ans, le cristallin modifie son indice de réfraction et sa géométrie et induit des aberrations sphériques positives qui viennent s'ajouter à celle de la cornée. Le taux d'aberrations sphériques totales de l'œil est alors fortement positif sans qu'il y ait nécessairement une baisse de l'acuité visuelle.

2. – Chirurgie de la cataracte avec implant sphérique

Les implants sphériques génèrent des aberrations sphériques positives proportionnelles à la puissance de l'implant posé qui s'ajoutent aux aberrations sphériques positives de la cornée. Les patients pseudophaques avec implant sphérique ont un taux d'aberrations sphériques positif supérieur à celui des patients non opérés du même âge, ce qui induit une baisse de la sensibilité aux contrastes altérant l'adaptation à la vision scotopique et dégradant ainsi la qualité de vision, et ce malgré une restauration de l'acuité visuelle pouvant être maximale.

3. – Chirurgie de la cataracte avec implant asphérique

L'asphérisation de l'optique d'un implant pseudophaque vise à réduire les aberrations sphériques positives postopératoires selon deux principes.

Certains implants ont un profil générant de l'aberration sphérique négative compensant tout ou partie de l'asphéricité positive cornéenne (l'implant AMO Tecnis Z9000 ou Alcon AcrySof IQ) dans le but de réduire le taux d'aberrations sphériques total postopératoire afin améliorer la vision des contrastes en faible luminosité.

>>> Selon le taux d'aberrations sphériques négatives induites, leur but n'est pas parfaitement identique :

- pour le Tecnis Z 9000, le but est d'avoir une asphéricité totale la plus proche de 0 en postopératoire,
- pour l'AcrySof IQ, le but est de réduire les aberrations sphériques positives mais en gardant, dans le cas de figure idéal, une asphéricité totale encore légèrement positive de 0,10 μ qui serait l'asphéricité postopératoire idéale, bien qu'aucun consensus ne soit fait à ce sujet

>>> L'autre concept est un implant asphérique neutre. C'est le cas de l'implant Akreos AO et MI 60 de Bausch & Lomb. Les deux faces de l'implant sont asphériques et la puissance

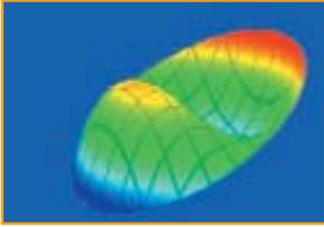


Fig. 8 : Représentation d'une coma en aberrométrie.

de l'implant est constante sur la totalité de l'optique. Cet implant prévient l'induction d'aberrations sphériques postopératoires mais il n'en n'élimine pas. Le taux d'aberrations sphériques postopératoires reste égal à celui de la cornée, donc est légèrement positif.

La sensibilité aux contrastes peut être légèrement réduite par rapport aux implants asphériques négatifs ; elle reste cependant meilleure que celle obtenue avec un implant sphérique et la profondeur de champ en est améliorée. Par ailleurs, ce principe optique d'implant asphérique neutre ne risque pas, comme les implants générant de l'aberration sphérique négative, d'entraîner en cas de décentrement ou de tilt, de la coma (fig. 8), qui est une autre aberration optique d'ordre élevé.

Il semble certainement souhaitable d'adapter le choix de l'implant asphérique que l'on pose, en fonction de l'aberrométrie cornéenne préopératoire et en fonction de l'effet recherché sur la qualité de vision et sur l'effet de pseudo-accommodation que l'on souhaite obtenir.

■ CONCLUSION

Les frontières entre chirurgie de la cataracte et chirurgie réfractive n'existent plus. Nous sommes de plain-pied dans l'ère de la phaco-réfractive. De nombreux principes optiques sont à notre disposition pour améliorer à la fois la qualité de vision de nos patients et leur indépendance au port de corrections optiques en postopératoire.

Nous disposons aujourd'hui d'outils (implants toriques, implants asphériques et sphériques, implants multifocaux privilégiant une certaine vision). Ces outils nécessitent d'être compris pour être utilisés en fonction du but à atteindre, par exemple :

– sphéricité et correction de l'astigmatisme pour améliorer la vision de loin,

– sphéricité et respect ou même création d'un astigmatisme pour améliorer la vision de près,
– mix and match pour donner une vision continue à toute distance.

L'avenir très proche verra certains de ces principes optiques se combiner avec l'apparition de plateforme d'implants multifocaux asphériques toriques. L'avenir sera aussi la maîtrise des aberrations optiques d'ordre élevé dans un but réfractif bien précis. Nous savons par exemple que certaines aberrations optiques telles les aberrations de sphéricité ou peut-être encore plus la coma verticale permettent un certain degré de vision multifocale. Un tel concept a l'avantage de donner une vision de près utile sans pénaliser autant l'acuité visuelle de loin non corrigée qu'un astigmatisme résiduel. Il a le désavantage par contre de ne pas permettre une amélioration de la qualité de vision de loin avec le port d'une correction optique éventuelle en cas de nécessité ponctuelle d'une vision parfaite.

Cette voie est très prometteuse, et nous verrons certainement dans les années à venir une "customisation" des implants permettant de créer des aberrations optiques d'ordre élevé dans un but optique bien précis, adapté aux attentes visuelles de nos patients. Plus que jamais, nos stratégies doivent s'adapter aux outils réfractifs que nous possédons, et doivent être guidées par le besoin et l'attente de chacun de nos opérés ; c'est à ce prix que les résultats seront à la hauteur de nos attentes et des attentes de nos patients. ■

Remerciements : Le paragraphe sur les implants asphériques a été écrit en collaboration avec le Dr Cati Albou-Ganem.

Bibliographie

1. KOCH D. Revisiting the conoid of Sturm. *J Cataract Refract Surg*, 2006 ; 32 : 1 071-2.
2. NANAVATY M, VASAVADA AR. Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2006 ; 32 : 1 091-7.
3. VERZELLA F, CALOSI A. A multifocal effect of against the rule astigmatism in pseudophakic eyes. *Refract Corneal Surg*, 1993 ; 9 : 58-61.
4. FUKUYAMA M, OSHIKA T, AMANO S, YOSHITOMI F. Relationship between apparent accommodation and corneal multifocality in pseudophakic eyes. *Ophthalmology*, 1999 ; 106 : 1 178-81.