

## Chirurgie intraoculaire multifocale

Damien Gatinel

**S**i l'objectif premier de la chirurgie de la cataracte est de rétablir la transparence des milieux oculaires par un implant de cristallin artificiel, la restitution d'une indépendance relative à la correction en lunettes ou lentilles occupe une place croissante dans la stratégie opératoire.

Les implants multifocaux ont été développés pour répondre au besoin de voir à la fois de loin et de près sans lunettes après la chirurgie : ils permettent l'induction simultanée d'une vision utile de loin et de près sur chaque œil, grâce une propriété optique distinctive : la multifocalité.

L'avantage de cette approche est de permettre une vision plus « symétrique » et de préserver la vision de loin sur l'œil non dominant (contrairement à la monovision). Son principal inconvénient est de réduire la qualité optique de l'œil opéré pour la vision de loin (une partie de la lumière incidente étant dirigée vers le foyer de près, le stigmatisme est dégradé).

La multifocalité peut être introduite par une chirurgie cornéenne : lasik, PKR (photokératectomie réfractive), incisions relaxantes concentriques intrastromales (Intracor®, Technolas, Perfect Vision AG). Si les techniques de chirurgie multifocales cornéennes utilisées pour le presbylasik découlent d'observations empiriques et sont basées sur l'induction d'un profil cornéen asphérique, le design optique des implants multifocaux pseudophakes est bien codifié. Deux catégories d'implants multifocaux sont disponibles : les implants réfractifs et les implants diffractifs.

### La multifocalité des implants repose sur deux principes

- Le principe réfractif : le principe de multifocalité réfractive vise à accroître la profondeur de champ, qui est définie comme l'intervalle de distance où, en l'absence d'accommodation, il est possible de discerner une cible sans déperdition notable de la qualité de l'image perçue. La puissance focale de l'optique multifocale réfractive varie de manière continue entre les zones spécifiquement dédiées à la vision de près et celles dédiées à la vision de loin.

- Le principe diffractif : une optique diffractive est équivalente à la combinaison d'une optique monofocale et d'un réseau diffractif, fait d'anneaux concentriques dont l'espacement est conditionné par le degré d'addition souhaité. Le réseau diffractif dévie une partie de la lumière incidente vers un ou deux foyers additionnels utiles pour qu'une partie de la lumière émise par des sources rapprochées soit focalisée sur la rétine.

### Les implants multifocaux réfractifs et diffractifs ont des points communs

**Tous les implants multifocaux divisent l'énergie lumineuse incidente en plusieurs foyers**

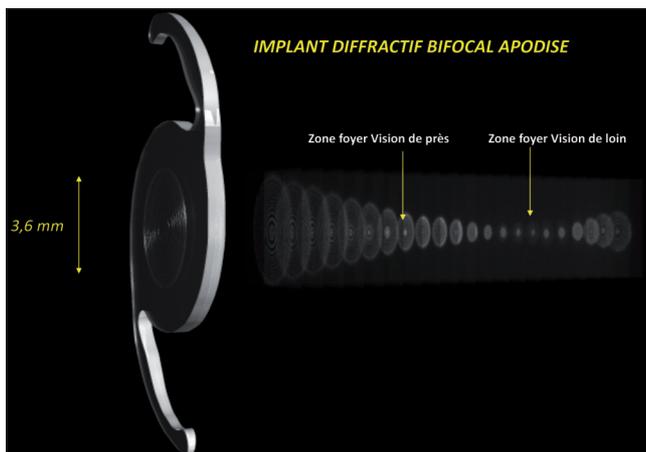
Cette division est assurée par l'existence de zones réfractives spatialement distinctes par les optiques réfractives et par les marches du réseau diffractif pour les optiques diffractives. La répartition de l'énergie entre les foyers est contrôlée par l'étendue de la surface dédiée pour chaque zone réfractive (implants réfractifs) et par la hauteur de marche pour les implants diffractifs.

### Le stigmatisme est dégradé

Le stigmatisme est la capacité d'un système optique à former d'une source ponctuelle une image (quasi) ponctuelle. Stigmatisme et multifocalité sont antinomiques : quel que soit le principe mis en jeu pour obtenir une multi-

Fondation Rothschild, CEROC, Paris.

focalité, le stigmatisme est dégradé. En effet, le dispositif multifocal induit nécessairement la projection sur la rétine de rayons issus de cibles situées à des distances différentes (figure 1). Le processus cognitif visuel d'intégration de l'image doit permettre de s'habituer à la perte de netteté, qui est le corollaire inévitable de l'augmentation de la profondeur de champ. Cette intégration est certainement favorisée dans certains cas par la dynamique pupillaire et/ou une répartition énergétique généralement favorable au foyer de loin.



© D. Gatineau

**Figure 1.** Reconstitution du recueil de l'intensité lumineuse focalisée et diffractée par l'implant diffractif après recueil par une caméra CCD dans différents plans situés après l'implant. Le foyer de près et le foyer de loin ont un stigmatisme dégradé par la lumière défocalisée [celle, convergente, allant au foyer de loin pour le foyer de près, et celle, divergente, venant du foyer de près pour le foyer de loin].

L'information délivrée au patient doit insister sur le risque de halos lumineux nocturnes et la nécessité d'éclairer convenablement l'ouvrage lu. Lors de l'entretien préopératoire, il faut recueillir et bien comprendre les souhaits exprimés par les patients, leur mode de vie (sédentaire ou actif, loisirs, conduite automobile, etc.) et apprécier leur distance de vision (de près, et en intermédiaire) et leur mode de lecture (livres, tablettes tactiles, écrans informatiques, etc.). De ces éléments dépend en partie le choix du type d'implant multifocal.

Les implants multifocaux diffractifs sont tous asphériques afin d'augmenter la qualité du foyer dédié à la vision de loin. Leurs marches diffractives font l'objet d'un traitement particulier pour certains (lissage : implant AcriLisa®, convolution : implant FineVision®, profil diffractif amélioré : implant Tecnis multifocal®). Certains implants réfractifs (Mplus®, MFlex®) et diffractifs (AcriLisa®, Restor®) existent en version torique pour les patients qui présentent un astigmatisme cornéen régulier prononcé.

## Les implants multifocaux sont commercialisés à un prix plus élevé que leurs homologues monofocaux

Les implants multifocaux et toriques sont plus chers que les implants multifocaux non toriques. Le « surcoût » lié au choix d'un implant « premium » est généralement à la charge du patient.

## Conditions pour une implantation multifocale efficace et bien tolérée

Le partage lumineux est un compromis qui nécessite pour être efficace certaines conditions. Un calcul biométrique précis, la gestion d'un astigmatisme cornéen, une chirurgie non compliquée sont nécessaires pour garantir le succès clinique de ces implants.

Le calcul biométrique devra être accompli avec soin, en utilisant la formule la plus adaptée à l'œil opéré. L'obtention de l'emmétropie est impérative ; il est recommandé d'informer le patient de la possibilité d'un ajustement réfractif postopératoire (ex : lasik ou PKR).

Une toricité cornéenne importante, responsable d'un astigmatisme régulier supérieur à 0,75 D doit être neutralisée par une chirurgie photoablatrice ou incisionnelle conjointe, ou par l'insertion d'un implant multifocal torique.

La qualité optique du dioptre cornéen ne doit pas être dégradée : l'interrogatoire et l'examen doivent systématiquement rechercher une sécheresse oculaire, et le recours systématique à la réalisation d'une topographie cornéenne avec calcul des aberrations cornéennes de haut degré est fortement conseillé en préopératoire.

L'existence d'une pathologie oculaire menaçant l'intégrité de la fonction visuelle (maculopathie, neuropathie optique glaucomateuse ou non, amblyopie, etc.) fournit un contexte clinique peu favorable à la pose d'une optique multifocale. En cas de doute, certains examens pourront compléter le bilan préopératoire : exploration rétinienne (OCT), champ visuel, etc.

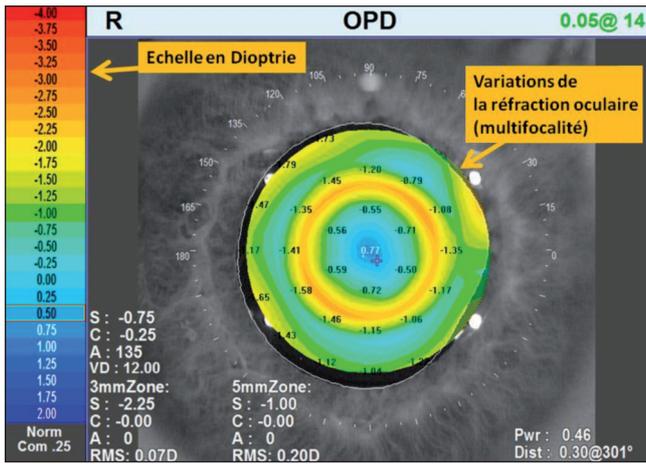
La survenue d'une complication peropératoire susceptible de provoquer un décentrement et/ou un tilt de l'implant en postopératoire doit faire reconsidérer le choix d'une optique multifocale et opter pour son remplacement par une optique monofocale.

## Différences entre les optiques réfractives et diffractives

### Dépendance au jeu pupillaire

Les implants réfractifs présentent des zones concentriques continues de puissance variable (figure 2), 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.

Les implants réfractifs sont donc par essence « pupille-



**Figure 2.** Carte de vergence (topo-aberrromètre OPD SCAN III, Nidek) mesurée chez un patient ayant reçu un implant multifocal réfractif. Noter la zone annulaire (couleurs chaudes) correspondant à l'addition pour la vision de près et la vision intermédiaire. Les variations de réfraction dans l'aire pupillaire sont le corollaire de la multifocalité induite par l'implant.

dépendant » puisque le pourcentage de répartition entre les différents foyers varie en fonction de la surface optique exposée par le jeu pupillaire. La répartition spatiale des zones réfractives (loin/près) peut être à symétrie de révolution (implant Rezoom<sup>®</sup>, implant iSii<sup>®</sup>) ou en « secteurs » (implant Mplus<sup>®</sup>). L'existence d'un raccord « lisse » entre les zones dédiées à la vision de loin et à la vision de près favorise naturellement l'existence d'un foyer dédié à la vision intermédiaire.

Les optiques diffractives non apodisées (AcryLisa<sup>®</sup>, Tecnis multifocal<sup>®</sup>) sont non pupille-dépendantes : le pourcentage de répartition de l'intensité lumineuse entre les foyers est constant quel que soit le pourcentage de surface oculaire exposé (ex : 50 % pour le foyer de loin, 30 % pour le foyer de près, le reste étant diffracté dans des ordres non utiles pour la vision).

Les optiques diffractives apodisées (Restor<sup>®</sup>, FineVision<sup>®</sup>) sont en revanche pupille-dépendantes : la réduction progressive vers la périphérie de l'optique des marches diffractives augmente le pourcentage d'énergie alloué à la vision de loin. Au fur et à mesure que la surface optique utilisée augmente (en conditions mésopiques, avec la dilatation pupillaire), la vision de loin est favorisée par l'augmentation progressive de l'énergie lumineuse dédiée à ce foyer.

## Vision intermédiaire

Tous les implants multifocaux comportent un foyer dédié à la vision de loin et un foyer à la vision de près. Les implants diffractifs bifocaux (Restor<sup>®</sup>, AcriLisa<sup>®</sup>, Tecnis

Multifocal<sup>®</sup>, etc.) se limitent à cette répartition bimodale, alors que les implants réfractifs et les implants diffractifs trifocaux (FineVision<sup>®</sup>) comportent un foyer « utile » pour la vision intermédiaire. L'utilisation d'implants diffractifs bifocaux est classiquement déconseillée au profit des implants multifocaux réfractifs et diffractifs trifocaux chez les patients qui utilisent beaucoup la vision intermédiaire.

## Exploration aberrométrique *in vivo*

La multifocalité de type réfractif est compatible avec la réalisation d'une exploration aberrométrique fiable. En revanche, l'interprétation des examens aberrométriques des yeux ayant été implantés avec une optique multifocale diffractive est sujette à certaines précautions. Si la présence d'un astigmatisme régulier ou d'aberrations optiques de haut degré peut être estimée pour la vision « de loin », il n'est pas possible d'estimer de manière exhaustive la qualité optique de l'image rétinienne. Contrairement à la lumière visible, la lumière infrarouge utilisée par les aberromètres pour « sonder » les yeux opérés munis d'implants diffractifs est faiblement diffractée vers le foyer de près, ce qui conduit l'instrument à « surestimer » la qualité optique du foyer de loin.

## Matériau et taille d'incision

Comme pour les optiques monofocales, les matériaux utilisés pour la réalisation de ces implants peuvent être hydrophiles ou hydrophobes, munis de filtre de lumière bleue, et être injectés au travers d'incisions comprises entre 1,8 et 2,4 mm.

## Avec quels patients choisir la multifocalité ?

L'ensemble des études publiées montre que, lorsque ces implants sont choisis à bon escient, chez des patients dépourvus de contre-indications, bien informés et présentant une attente réaliste, les résultats cliniques sont très satisfaisants, et l'indépendance à la correction optique bien supérieure à ce que l'on observe après implantation monofocale emmétropisante bilatérale. Comme souvent en chirurgie ophtalmologique réfractive, les bons candidats font les bons résultats ; les effets indésirables (halos nocturnes, vision parfois moins contrastée) sont le plus souvent bien tolérés.

Au vu des résultats publiés, et de l'enthousiasme manifesté par certains patients ayant reçu des implants multifocaux et opérés avec succès, il serait certainement regrettable pour un chirurgien de la cataracte d'ignorer la gamme de plus en plus étendue des optiques multifocales. Pour des raisons essentiellement technologi-

ques, les implants multifocaux ont été introduits après les implants monofocaux. Face aux innovations médicales, l'adoption immédiate sans esprit critique ne vaut guère mieux que le rejet absolu dicté par un conservatisme excessif. Il faut ainsi se garder de tout dogmatisme et considérer ces implants comme une solution efficace au souhait de ne pas dépendre d'une correction optique après chirurgie, en l'absence de contre-indication à leur pose.

S'il n'apparaît pas légitime de refuser la pose de ce type d'implant chez un patient demandeur et bon candidat, il n'est naturellement pas recommandé d'en faire un choix systématique ou de première intention. La monovision est une alternative intéressante chez les patients myopes, ou qui ont une expérience positive avec la monovision (correction antérieure en lentilles de contact avec monovision, etc.).

Enfin, l'expérience prolongée avec ces implants multifocaux en pratique chirurgicale esquisse un élément pronostique important : plus la vision est dégradée par la cataracte et/ou une forte amétropie en préopératoire, plus les chances d'acceptation du compromis optique inhérent à la multifocalité sont élevées. De par l'absorption lumineuse (réduction de la transparence) et l'augmentation de la diffusion lumineuse liées à la présence d'opacités, la qualité optique d'un cristallin cataracté est bien moindre que celle d'un implant multifocal : la quantité de lumière transmise et bien focalisée sur la rétine par un cristallin opacifié est rapidement moindre que celle apportée par une optique multifocale. Ainsi, un patient atteint de cataracte nucléaire qui a vu sa vision de près s'améliorer grâce à la survenue d'une myopie d'indice, est un bon candidat à l'implantation multifocale s'il présente un désir de réduire sa dépendance à la correction optique de loin et de près : les effets négatifs de la

multifocalité seront largement contrebalancés par le gain induit par la restauration d'une transparence des milieux et la diminution de la diffusion lumineuse « anarchique ». *A contrario*, les patients emmétropes et dont le cristallin n'est pas ou peu opacifié sont certainement plus difficiles à satisfaire car plus sensibles à une éventuelle dégradation de la qualité optique.

## Conclusion

---

Les implants multifocaux représentent une alternative séduisante à l'implantation monofocale chez les patients désireux de minimiser leur dépendance à la correction optique en postopératoire. La qualité du résultat obtenu dépend du respect des contre-indications, de la qualité de la chirurgie et du choix judicieux de la stratégie multifocale.

---

### Pour en savoir plus

Gatinel D, Pagnouille C, Houbrechts Y, Gobin L. Design and qualification of a diffractive trifocal optical profile for intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(11):2060-7.

Gatinel D. Optical performance of monofocal versus multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(11):1817-8.

Kim MJ, Zheleznyak L, Macrae S *et al*. Objective evaluation of through-focus optical performance of presbyopia-correcting intraocular lenses using an optical bench system. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(7):1305-12.

Madrid-Costa D, Cerviño A, Ferrer-Blasco T *et al*. Visual and optical performance with hybrid multifocal intraocular lenses. *Clin Exp Optom* 2010;93(6):426-40.

Visser N, Nuijts RM, de Vries NE, Bauer NJ. Visual outcomes and patient satisfaction after cataract surgery with toric multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(11):2034-42.