

MISES AU POINT INTERACTIVES

# La chirurgie de la presbytie sur la cornée ou le cristallin ?



→ **D. GATINEL**  
Fondation Opthalmologique  
A. de Rothschild,  
CEROC, PARIS.

La presbytie est définie par la perte progressive du pouvoir d'accommodation du cristallin [1, 2]. Le principal mécanisme responsable de cette perte de l'accommodation est la réduction de l'élasticité du cristallin, dont la déformation devient insuffisante lors de l'effort accommodatif pour fournir le gain de pouvoir optique nécessaire à la mise au point sur la rétine d'un objet rapproché [3].

Quel que soit le statut réfractif en vision de loin (emmétropie ou amétropie), la presbytie guette de façon inéluctable le sujet de la quarantaine. Le patient presbyte demandeur de chirurgie correctrice est souvent motivé par l'envie de réduire sa dépendance à la correction optique en lunettes ou lentilles. Malgré les progrès réalisés dans le design optique des verres progressifs, certains

patients ne parviennent pas à s'accoutumer aux contraintes qu'impose au regard la réduction du champ de vision au travers de ce type d'équipement. La manipulation de plusieurs paires de lunettes (une paire pour la vision de loin, l'autre pour la vision de près) est souvent vécue à la longue comme pénible par les presbytes, en particulier actifs et mobiles. Les lentilles de contact ont l'avantage d'offrir une solution esthétique, évolutive et réversible, mais imposent des manipulations quotidiennes et exposent au risque de kératite. Leur tolérance locale est souvent réduite par la présence d'une sécheresse oculaire chez la femme vers la cinquantaine.

Le résultat de ces techniques de correction est le plus souvent favorable à condition de bien en sélectionner les indications [4, 5]. L'ophtalmologiste se doit d'aborder avec rigueur et déontologie le domaine de la chirurgie du patient presbyte afin de contenir les attentes de ces patients dans un cadre réaliste.

Les deux sites anatomiques les plus fréquemment utilisés pour les diverses techniques de correction de la presby-

tie sont la cornée et le cristallin (**fig. 1**). Le choix de la technique la plus adaptée pour la compensation de la presbytie est le résultat d'une équation complexe où interviennent de multiples paramètres. Citons pêle-mêle le type d'activité, la présence d'un défaut optique pour la vision de loin, la présence d'un début de cataracte, le degré de plasticité cérébrale du patient, etc.

## Les principes utilisés en chirurgie de la presbytie

En chirurgie réfractive de la presbytie, deux principes sont majoritairement utilisés : la monovision (ou bascule) et la multifocalité. La restauration de l'accommodation cristallinienne ou pseudo-cristallinienne demeure un enjeu dont l'efficacité dans le temps est pour l'instant incertaine avec les techniques proposées actuellement. Dans tous les cas, le résultat subjectif s'évalue pour le patient en termes d'indépendance à la correction optique en vision de loin et de près. L'acuité visuelle à contraste maximale en vision de loin et de près permet de quantifier la performance visuelle mais ne saurait la résumer.

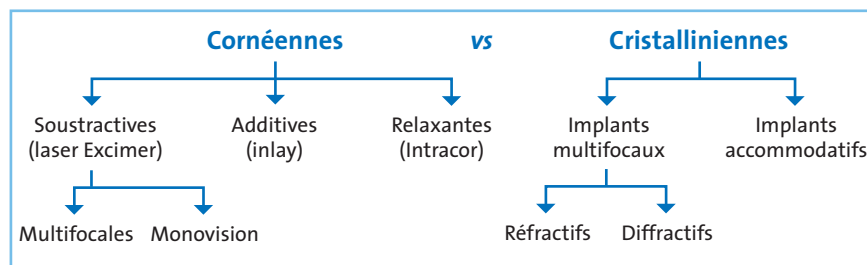


FIG. 1 : Chirurgies actuelles de la presbytie.

Certaines techniques reposant sur la multifocalité introduisent une réduction de la sensibilité aux contrastes et exposent à la survenue d'effets visuels indésirables comme l'apparition de halos nocturnes ou la perception d'images fantômes. Il faut en prévenir le patient, et expliquer que la lecture des petits caractères sera toujours favorisée par de bonnes conditions d'éclairage.

Dans tous les cas, le succès de la chirurgie de la presbytie dépend du maintien d'une certaine qualité de vision de loin.

### 1. La monovision

Cette technique repose sur le fait qu'il existe un certain degré de dominance oculaire chez les patients (en général œil droit pour les droitiers). De ce fait, le même œil est préférentiellement utilisé pour l'acte de visée (appareil photo réflex, lunette télescopique, viseur, etc.). Quel que soit le moyen employé (chirurgie laser, chirurgie du cristallin, implant phaqué, etc.) et la réfraction initiale, la technique de monovision consiste à corriger l'œil dominant pour la vision de loin, et induire une myopie faible sur l'autre œil [6]. Cette myopie, dont le degré ne doit pas excéder 1.5 D sous peine de pénaliser la vision du relief ou induire une fatigue visuelle, autorise une vision nette sans correction en vision intermédiaire et rapprochée. Un bilan orthoptique doit être effectué en cas de suspicion de trouble préexistant de la vision binoculaire.

La monovision présente de nombreux avantages. Il est possible d'en simuler l'effet avant la réalisation de l'acte chirurgical, en adaptant transitoirement une paire de lentilles de contact simulant la correction planifiée. Cela permet d'apprécier la tolérance subjective et l'efficacité de ce type de correction. Dans la plupart des cas de

monovision réalisée par photoablation, la survenue d'une adaptation médiocre ou d'un sentiment de non-satisfaction après la chirurgie, une retouche cornéenne est possible (traitement laser secondaire); le patient doit être prévenu de cette éventualité. Enfin, la monovision ne dégrade pas la qualité optique de l'œil, quelle que soit l'ambiance lumineuse.

Les inconvénients de la monovision sont liés à la perturbation potentielle de la vision binoculaire (relief) introduite par l'écart de correction en vision de loin, ou la possible apparition de symptômes corollaires de fatigue oculaire parfois trompeurs (blépharite).

L'indication élective de la monovision est la présence d'une myopie concomitante. Les patients myopes de plus de 40 ans utilisent d'ailleurs souvent la monovision avant la chirurgie pour retarder les effets de la presbytie (absence de correction ou utilisation d'une lentille de puissance réduite sur un œil).

Enfin, la monovision peut être combinée à la multifocalité (en visant par exemple un équivalent sphérique légèrement négatif du côté de l'œil dominé).

La monovision peut être réalisée par une chirurgie cornéenne (Lasik, PKR) ou cristallinienne (en choisissant la puissance de l'implant de manière à myopiser un œil et emmétropiser l'autre).

### 2. La multifocalité

La multifocalité repose sur l'induction simultanée d'une vision utile de loin et de près sur chaque œil. De fait, la multifocalité accroît 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. Quand l'œil n'est plus capable d'accommoder, ou que l'objet fixé est trop rapproché par rapport au parcours accommodatif résiduel, la compensation de la presbytie par multifocalité repose sur l'augmentation de la profondeur de champ et/ou l'induction d'un ou plusieurs foyers additionnels. Dans tous les cas, le stigmatisme est dégradé, car le dispositif multifocal induit la projection sur la rétine de rayons issus de cibles situées à des distances différentes. 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 (myosis accommodatif bénéfique aux techniques où l'addition est déléguée au centre).

L'avantage de cette approche est de permettre une vision plus "symétrique", et de préserver la vision de loin sur l'œil dominé (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 destinée à la vision de près). Cette réduction de la qualité optique doit être mise en balance avec la capacité d'intégration neuro-visuelle; elle est néanmoins utilisée comme justification au développement de techniques "non multifocales", destinées à induire un véritable mécanisme accommodatif.

La multifocalité peut être introduite par une chirurgie cornéenne: Lasik, PKR, incisions relaxantes concentriques intrastromales (Intracor, 20/10 Perfect Vision AG), ou lenticulaire (ablation du cristallin et remplacement par un implant multifocal réfractif ou diffractif).

## MISES AU POINT INTERACTIVES

Le Lasik multifocal ou “presbyLasik” vise à accroître la profondeur de champ de l’œil opéré pour accroître l’indépendance à la correction optique. Contrairement aux principes régissant la multifocalité induite par les implants, les techniques de chirurgie multifocales cornéennes utilisées pour le presbyLasik découlent d’observations empiriques et de “recettes” plus ou moins éprouvées et relativement dépendantes des chirurgiens qui en sont les promoteurs. La simple correction d’une hypermétropie comprise entre +2 et +4 D suffit souvent à améliorer de manière spectaculaire l’acuité visuelle non corrigée de près en postopératoire. Cela est lié à l’induction par les profils d’ablation conventionnels d’un profil cornéen asphérique, en raison de la nécessité de niveler la cambrure centrale par une zone de transition forcément plate.

Du fait de l’absence de modèle établi, les résultats du presbyLasik chez le myope sont plus aléatoires, et dans tous les cas l’induction d’une multifocalité cornéenne accrue se traduit parfois par l’augmentation non contrôlée du taux d’aberrations optiques d’origine cornéenne pouvant mener à une dégradation de la vision de loin en ambiance mésopique. Divers procédés sont mis en avant, comme l’asphérisation hyperprolate de la cornée (induction d’un facteur Q négatif), la combinaison de photoablations myopiques et hypermétropiques, etc., mais quel que soit l’“enrobage” marketing, le presbyLasik met à profit de manière plus ou moins empirique la multifocalité généralement obtenue grâce aux profils d’ablation utilisés pour la correction de l’hypermétropie.

La réalisation de 5 incisions intrastromales circulaires concentriques au laser femtoseconde (procédure Intracor) modifie la courbure cornéenne

centrale: l’effet de relaxation biomécanique induit au niveau des lamelles stromales sectionnées permet à la cornée centrale de bomber sous l’effet de la pression intraoculaire. Ce bombement localisé procure l’addition dioptrique. Cette technique d’introduction relativement récente s’adresse pour l’instant aux emmétropes presbytes. La prédictibilité et la stabilité dans le temps font l’objet d’études prospectives.

Le design optique des implants multifocaux pseudophaques 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). Les implants diffractifs proposés actuellement (ReSTOR, Acri.LISA, Tecnis Multifocal) 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. Leur utilisation est déconseillée au profit des implants multifocaux réfractifs chez les patients qui utilisent beaucoup la vision intermédiaire. Toutefois, le design des implants multifocaux diffractifs n’est pas limité à la bifocalité, et peut être optimisé pour induire un foyer de vision intermédiaire. De nouvelles optiques diffractives verront probablement le jour très prochainement.

Un calcul biométrique précis, la gestion d’un astigmatisme cornéen, une chirurgie non compliquée sont nécessaires pour garantir le succès clinique de ces implants. L’information délivrée au patient doit insister sur le risque de halos lumineux nocturnes, et la nécessité d’éclairer convenablement l’ouvrage lu.

### 3. Réduction du diamètre de la pupille d’entrée

Une nouvelle approche reposant sur l’introduction dans la cornée d’un diaphragme fixe est actuellement en évaluation aux Etats-Unis et en Europe. Placé dans l’épaisseur de la cornée de l’œil non dominant, ce dispositif (KAMRA “corneal inlay”, anciennement Acufocus) ressemble à un “confetti” de 5 microns d’épaisseur percé en son centre. Cet orifice central crée une “néopupille” fixe d’un diamètre de 1,6 mm, ce qui accroît la profondeur de champ oculaire. Cette technique repose sur un mécanisme original en chirurgie ophtalmologique, pourtant très utilisé en optique photographique. En photographie, l’ouverture relative d’un objectif photographique, appelée plus couramment ouverture, désigne le rapport entre la distance focale de cet objectif et le diamètre de sa pupille d’entrée ( $N = f/D$ ). L’ouverture relative est aussi appelée “Nombre d’Ouverture (N.O.)” ou *F-number* en anglais. La modification de ce paramètre agit notamment sur la modification de la profondeur de champ de l’image et la limitation des aberrations optiques de l’objectif. A l’inverse des techniques multifocales, ce dispositif est théoriquement à même d’accroître la profondeur de champ et de réduire les aberrations optiques. Cet *inlay* est proposé pour l’œil non dominant de patients emmétropes presbytes. Les résultats préliminaires semblent très encourageants, mais la tolérance à long terme de l’*inlay* dans le stroma cornéen devra être vérifiée.

### 4. La restauration de l’accommodation

Les espoirs placés dans cette approche reposent sur le fait que la fonction de contraction du muscle ciliaire, mise en jeu dans le processus accommodatif, demeure souvent conservée chez le presbyte. Diverses techniques ont été

proposées pour accroître la souplesse du cristallin ou favoriser son déplacement antérieur lors des efforts accommodatifs. Leur point commun est d'agir sur le tissu scléral situé à proximité du muscle ciliaire et en regard de l'équateur du cristallin (technique d'expansion ou de contraction sclérale, d'insertion de bandelettes sclérales, etc.). Ces techniques moyennement invasives n'ont pas permis d'obtenir des résultats très probants. La méthode qui devait être commercialisée sous le nom de "*Laser Presbyopia Reversal*" utilisant un laser Erbium:YAG pour effectuer des incisions sclérales radiales destinées à accroître l'efficacité de la contraction du muscle ciliaire a été abandonnée.

Le remplacement du cristallin par un implant doué d'accommodation représente une autre alternative pour restaurer la fonction accommodative. La géométrie de ces implants est conçue pour bénéficier de la contraction ciliaire et de la poussée vitréenne antérieure contemporaines de l'effort accommodatif pour induire un déplacement (et une voussure : "*arching*") de l'optique vers l'avant. L'implant Crystalens (Bausch & Lomb) a obtenu l'agrément FDA aux Etats-Unis. De ce côté de l'Atlantique, le mécanisme par lequel de ces implants procurent une vision intermédiaire et de près non corrigée ne fait pas l'objet d'un consensus ; pur mécanisme accommodatif, ou multifocalité liée à une "pastille" d'addition centrale ? D'autres types d'implants "accommodatifs" sont encore en cours d'essais cliniques actuellement (implant NuLens, implant Liqulens, etc.).

Des projets futuristes d'implants accommodatifs équipés de puces informatiques et de systèmes autofocus couplés à une matrice de cristaux liquides sont régulièrement présentés dans les congrès de recherche appliquée.

Enfin, des études expérimentales portant sur une technique de restauration de la souplesse du cristallin par des impacts délivrés par un laser à impulsions ultra-brèves actuellement utilisés en chirurgie cornéenne (laser femto-seconde) sont en cours actuellement.

## Les indications

Si l'on peut diviser les techniques de correction de la presbytie courantes en deux catégories selon leur site d'action (techniques cornéennes *versus* cristalliniennes), le choix stratégique principal entre monovision et multifocalité est le fruit de trois types d'indications :

**>>> Indications fonctionnelles :** elles dépendent du domaine de distance de vision nette souhaité par le patient, lui-même inhérent au type d'activité(s) qu'il pratique préférentiellement (loin : conduite, cinéma, tennis, etc. ; intermédiaire : informatique, partition musicale, exposition de tableaux, etc. ; près : lecture, couture, manucure-épilation, modélisme, etc.).

**>>> Indications structurelles :** elles sont fonction de l'état oculaire : présence d'un défaut réfractif uni- ou bilatéral en vision de loin (hypermétropie), d'une pathologie oculaire associée (opalescence du cristallin, sécheresse oculaire, pathologie cornéenne ou rétinienne, etc.).

**>>> Indications sensorielles :** elles découlent du degré de ce que l'on désigne communément par "plasticité cérébrale" du patient, que l'on peut estimer de façon subjective (interrogatoire, motivation, etc.) ou objective (antécédent de tolérance aux lentilles de contact multifocales, simulation préopératoire de la monovision grâce aux lentilles de contact, etc.).

L'étape de la consultation préopératoire est essentielle afin d'obtenir du patient

un consentement éclairé et des attentes réalistes en matière de résultat opératoire. Un bilan ophtalmologique complet doit être effectué, comprenant la mesure de l'acuité visuelle de près et de loin avec et sans correction, la mesure de la pression oculaire et l'examen du fond d'œil. Le recueil objectif pré- et postopératoire de la qualité visuelle est actuellement facilité par le recours aux analyseurs de front d'onde oculaire (aberromètres), dont certains permettent de mesurer le degré de perte accommodative (ou l'éventuel degré d'accommodation résiduel). Le recours à ces instruments est également indispensable pour objectiver le degré de multifocalité pupillaire ou faire le bilan d'un trouble de la qualité visuelle en postopératoire.

Des examens complémentaires plus ciblés pourront être demandés en fonction des indications envisagées. Parmi ceux-ci, la mesure de la diffusion oculaire nous semble aujourd'hui incontournable, pour aider à choisir entre le Lasik et scinder de manière objective et éthique les opérations de remplacement du cristallin par un implant en deux groupes : les indications purement réfractives (absence de cataracte) et les indications liées à la présence d'une cataracte, même débutante.

La diffusion oculaire peut être estimée de manière quantitative et non invasive grâce à l'instrument OQAS (Visiometrics), à partir de l'analyse de l'image rétinienne de la répartition lumineuse issue d'un point source. Cette analyse reproductible [7] fournit un indice de diffusion optique (OSI : *optical scattering index*). Si la valeur de l'OSI est inférieure à 1.5, on peut considérer que le patient est indemne de cataracte. En effet, s'il existait une cataracte optiquement parlante, le chiffre de l'OSI serait forcément plus élevé. La normalité de l'OSI chez un patient presbyte dont l'hypermétropie est accessible à un traitement photo-

## MISES AU POINT INTERACTIVES

ablatif (moins de 4 D) permet de poser l'indication de Lasik. Si l'hypermétropie est forte, ou en présence d'une contre-indication au Lasik, une chirurgie du cristallin est possible, mais devra être étiquetée chirurgie "du cristallin clair". A l'inverse, une élévation de l'OSI liée à une opacification débutante du cristallin oriente logiquement vers une chirurgie de la cataracte.

### Conclusion

Même s'il n'existe pas de technique efficace pour corriger la presbytie, de

nombreuses options chirurgicales sont disponibles pour la compensation de ce défaut réfractif universel après 40 ans. Le choix de la stratégie et de la technique adaptée pour chaque patient relève de nombreux paramètres. La prise en compte de ces données et des attentes du patient sont les clés du succès de la chirurgie réfractive chez le patient presbyte.

### Bibliographie

1. JIMENEZ R, PEREZ MA, GARCIA JA *et al.* Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2004; 24: 528-42.
2. GLASSER A. Accommodation: mechanism and measurement. *Ophthalmol Clin North Am*, 2006; 19: 1-12.
3. GLASSER A, KAUFMAN PL. The mechanism of accommodation in primates. *Ophthalmology*, 1999; 106: 863-72.
4. SARAGOUSSI JJ. Presbyopia surgery: principles and current indications. *J Fr Ophtalmol*, 2007; 30: 552-8.
5. EVANS BJ. Monovision: a review. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2007; 27: 417-39.
6. SAAD A, SAAB M, GATINEL D. Repeatability of measurements with a double-pass system. *J Cataract Refract Surg*, 2010; 36: 28-33.

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