



COMPENSATION CHIRURGICALE DE LA PRESBYTIE EN 2012

Diversité de moyens, efficacité certaine, innocuité satisfaisante, mais toujours un défi pour la qualité de vision...

Dossier coordonné par le Dr Michaël Assouline^{1,2}

Le rapport de la Société Française d’Ophtalmologie 2012 sur la correction de la presbytie est certainement l’événement éditorial de l’année en chirurgie réfractive.

Avec plus de 24 auteurs et 450 pages, ce traité permet de faire le point des connaissances actuelles (en évolution très rapide) sur les différentes approches pour la correction de la presbytie.

Dans ce dossier, le Pr Béatrice Cochener, éditeur scientifique du rapport de la SFO 2012, ainsi que quelques experts, ont accepté de nous donner un bref commentaire de cet ouvrage, conçu avant tout pour permettre aux ophtalmologistes non spécialistes aussi bien qu’aux chirurgiens plus spécialisés de trouver rapidement une information claire, concise et validée sur les principaux sujets d’actualité dans ce domaine. ■

Editorial : “Pour tout savoir sur la presbytie et sa correction en 2012 : ne manquez pas le rapport SFO” p. 96

Pr Béatrice Cochener³

1 La presbytie aujourd’hui : présentation générale p. 97

Dr Dan Alexandre Lebuissou², Dr Michaël Assouline^{1,2}

2 La monovision : un point sur les avantages et inconvénients p. 99

Dr Michaël Assouline^{1,2}

3 La chirurgie cornéenne multifocale : où en est-on ? p. 100

Dr Michaël Assouline¹, Dr Charles Ghenassia⁴,
Dr Catherine Albou-Ganem^{2,5}, Dr Didier Chong-Sit²

4 Les implants intraoculaires : quels sont les implants à notre disposition ? p. 105

Dr Pascal Rozot⁶, Dr Arié Danan², Pr Jean-Claude Rigal-Sastourné⁷

5 Qualité de vision subjective et objective : choix de la méthode en 2012 .. p. 117

Dr Michaël Assouline^{1,2}



ÉDITORIAL

Pr Béatrice Cochener, Brest

“Pour tout savoir sur la presbytie et sa correction en 2012 : ne manquez pas le rapport SFO”

La presbytie, crée un handicap visuel pour tous les sujets de plus de 45 ans, exigeant une correction, avec des coûts significatifs de santé publique. La recherche en optique et chirurgie réfractive s’est consacrée à améliorer son traitement pour offrir au patient un meilleur confort, une qualité de vie optimisée, et de plus en plus souvent, une indépendance sans lunettes.

Les 24 auteurs du rapport ont contribué à réaliser un livre didactique de moins de 500 pages, abordant chaque méthode de traitement par son principe, ses intérêts, ses résultats, ses limites et ses perspectives. La coordinatrice du rapport a ajouté, en fin de chaque chapitre, une synthèse des points-clés afin de faciliter la lecture.

Les thèmes traités comportent notamment :

- le mystère de l’accommodation avec l’édification d’un mécanisme unique et original issu de la révision de toutes nombreuses théories jusqu’alors proposées ;
- les innovations et affinements dans le domaine des verres de lunettes progressifs et des lentilles de contact ;
- les différentes stratégies chirurgicales disponibles ou en évaluation.

L’approche chirurgicale dépend de l’âge, de l’amétropie associée à la presbytie et de la transparence du cristallin. Schématiquement, avant 55 ans, la préférence va vers les techniques cornéennes : presbylasik asphériques, ou chez l’emmétrope femtoseconde intrastromal, ou *inlays* intracornéens. Chez le myope, la monovision (laissant une myopie sur l’œil non directeur dominé) conserve une place de choix, par laser ou par implantation intraoculaire chez le sujet plus âgé. Lorsque le cristallin vieillit, l’implantation multifocale plus volontiers diffractive (bifocale, voire trifocale ; ou encore torique) que réfractive, est l’approche la plus

courante. Il existe depuis peu la possibilité de mettre en place chez les opérés de cataracte un deuxième implant spécifique dans le sulcus (*piggyback*) pour compenser la perte d’accommodation liée à l’implant monofocal initialement mis en place.

L’ensemble des méthodes actuelles vise une compensation de la perte d’accommodation, assurant un compromis entre vision de près et de loin. Des recherches actives portent également sur les implants accommodatifs, dont l’efficacité et la stabilité ne sont pas encore suffisantes, comparativement aux implants multifocaux.

Il est certain que la restauration de l’accommodation, représente le concept idéal. Il est possible que, dans le futur, cet objectif puisse être obtenu par un remodelage lenticulaire du cristallin par femtoseconde.

Une partie importante du rapport est enfin consacrée à la sélection du patient (intégrité rétinienne, absence de maladie évolutive, existence d’une bonne vision binoculaire) et à l’évaluation des résultats en termes de qualité de vision et de qualité de vie.

La performance représentée par ce travail est d’avoir son édition finale le plus tard possible afin d’y inclure les derniers développements dans le domaine fortement innovant de la presbytie. Il faut rendre hommage à tous les experts qui se sont investis avec énergie dans cette tâche.

La seconde originalité de ce rapport est sa version électronique, accessible sur tous les types de plateforme (PC ou Mac, smartphone, ordinateur ou tablette). Ce format interactif permet d’accéder à des vidéos illustrant les textes, grâce à des moteurs de recherches performants. Ce livre numérique offrira l’intérêt de pouvoir être remis à jour périodiquement afin d’accompagner les progrès incessants dans ce domaine assurant ainsi une certaine pérennité à l’ouvrage. ■



1 La presbytie aujourd'hui

Présentation générale

LE CONTEXTE ÉPIDÉMIOLOGIQUE ET ÉCONOMIQUE

Dr Dan Alexandre Lebuisson, Paris

En 2020, la moitié de la population (65,35 millions de Français) sera presbyte et 80 % de ceux-ci auront besoin d'une correction pour bien voir de près.

La croissance s'explique par un allongement notable de l'espérance de vie qui est maintenant proche de 86 ans pour les femmes et 7 de moins pour les hommes. Un gain de 2 à 3 mois intervient chaque année. Mais le chiffre est aussi porté par le taux de fécondité élevé en France, 2,01 enfants par femme. Un chiffre que nous pouvons représenter par 827 000 bébés. En Europe, seule l'Irlande a un taux de natalité supérieur à la France, cependant avec une date de premier accouchement plus tardive dans ce pays. En France, le premier enfant vient vers 30,5 ans mais on commence à observer des milliers de parturientes presbytes. En 2030, l'âge moyen français sera de 44 ans.

La presbytie n'est plus un problème de "vieux", elle concerne tout le monde et doit être traitée comme un handicap. Depuis peu, on peut la compenser non plus seulement avec des prothèses palliatives externes, comme les lunettes ou lentilles de contact, mais aussi avec des prothèses correc-

simple au plus coûteux. Le périmètre des lentilles de contact pour presbytes est dominé par la monovision en dépit des produits multifocaux et se caractérise par un taux d'abandon majeur au-delà de 50 ans (4 % de porteurs). La chirurgie cornéoplastique se développe bien mais reste marginale en rai-

La presbytie n'est plus un problème de "vieux" mais concerne tout le monde et doit être traitée comme un handicap.

trices internes (lentilles intraoculaires). On ne dispose pas encore d'un véritable substitut restaurateur de l'accommodation, mais la conséquence de celle-ci peut enfin être combattue.

Le marché des lunettes est un âpre terrain de progrès technologiques et de marketing allant du plus

son du faible nombre d'opérateurs et d'une information au grand public très confidentielle.

Le débat thérapeutique n'est pas simple car l'étendue de la presbytie - plus de 40 ans de vie et son apparition sur des terrains variables - rend compte d'une diversité de propositions et de faisabilités "à la carte". ■

LES PRINCIPES CHIRURGICAUX

Dr Michaël Assouline, Paris

De nombreuses méthodes ont été proposées pour compenser chirurgicalement la presbytie en agissant sur le cristallin, la cornée ou la sclère.

La mise au point de dispositifs ou

de procédés si variés traduit l'importance des efforts de recherche et de développement actuels et témoigne des enjeux économiques projetés (1,5 milliard de sujets presbytes soit 23 % de la population dans le monde).

En l'absence de restauration vraie de la mécanique accommodative, les approches palliatives (monovision, multifocalité, effet sténopéique), satisfaisantes sur le plan de l'acuité quantitative, imposent néanmoins des contraintes de



qualité de vision qui ont été progressivement optimisées pour en généraliser l'adoption.

L'essor de la chirurgie de la presbytie est donc à présent principalement lié à l'optimisation du choix de la méthode et de la qualité de vision pour chaque patient traité.

Cinq grands principes optiques sont utilisés pour la compensation chirurgicale de la presbytie, et malgré une efficacité fonctionnelle quantitative similaire, les résultats en sont parfois très différents en termes de qualité de vision.

MONOVISION

La monovision (ou bascule) répartit les tâches visuelles de près et de loin entre les deux yeux. L'œil dominant (ou directeur ou fixateur) est corrigé pour la vision de loin et l'autre œil (non dominant ou dominé) pour la vision de près (à 33 cm) ou la vision intermédiaire (à 50-60 cm).

MULTIFOCALITÉ

La multifocalité partage la lumière incidente qui pénètre par la pupille entre foyer de près et foyer de loin

de façon stricte (bifocalité) ou transitionnelle (multifocalité vraie, permettant une vision intermédiaire utile). Cette approche est employée sous deux formes principales :

- les chirurgies cornéennes multifocales :
 - Lasik multifocal ("presbylasik") ;
 - IntraCor® ;
 - Inlays cornéens non sténopéiques ;
 - les implants intraoculaires multifocaux (cristallins artificiels réfractifs ou diffractifs).

EFFET STÉNOPÉIQUE

L'effet sténopéique augmente la profondeur de champ en éliminant par exclusion spatiale, lors du passage au travers d'une pupille d'entrée étroite, les rayons lumineux correspondant à la partie défocalisée de l'image. Cette approche est mise en œuvre uniquement dans l'implant intrastromal cornéen Kamra® (ex-AcuFocus®), récemment mis sur le marché français.

PSEUDO-ACCOMMODATION

La "pseudo-accommodation" d'un cristallin artificiel "accommodatif, chez le sujet pseudo-phake, résulte

d'une variation de sa puissance optique apparente du fait de la modification de sa position ou de sa forme au cours de l'accommodation résiduelle du muscle ciliaire, qui s'accompagne d'une "poussée" antérieure du vitré et d'une relaxation capsulaire. En théorie, cette méthode reproduisant l'accommodation naturelle préserverait la qualité de vision.

RESTAURATION DE L'ACCOMMODATION

La restauration de l'accommodation proprement dite fait l'objet de deux approches distinctes :

- modification du cadre scléral de l'action du muscle ciliaire (expansion sclérale ou lift scléral supraciliaire). L'efficacité clinique et l'innocuité de ces méthodes à long terme est encore débattue. Ces méthodes sont pour l'instant abandonnées ;
- modification des caractéristiques mécaniques du cristallin naturel devenu presbyte (thermo-plastie de la capsule, incisions épinucléaires au laser femtoseconde). Il s'agit d'approches expérimentales, dont les essais cliniques sont encore limités et "confidentiels".■

Pratiques en Ophtalmologie et les revues du Groupe Expression sur le web



Abonnez-vous à l'une des revues et accédez aux archives de tous les magazines et feuillotez les numéros en ligne

- les **derniers numéros** feuilletables en ligne,
- les **archives** des revues (articles en pdf, revues en version numérique),
- les **numéros spéciaux** dédiés aux congrès français et internationaux, et les suppléments,
- les **actualités**, régulièrement mises à jour,
- les **agendas des congrès**, en France et dans le monde,
- les **liens utiles**,
- les **petites annonces**, consultation et multidiffusion des annonces sur les sites des revues et sur offres-sante.fr,
- les **newsletters** mensuelles,
- et bien d'autres **rubriques**...

*L'abonnement à l'une des revues du Groupe Expression vous permet de bénéficier d'un accès illimité et gratuit à l'intégralité des sites du Groupe Expression :

- www.cardinale.fr - www.neurologies.fr -
- www.ophtalmologies.org - www.onko.fr -
- www.geriatries.org - www.rhumatos.fr -
- www.diabeteetobesite.org



2 La monovision

Un point sur les avantages et inconvénients

Dr Michaël Assouline, Paris

Les avantages de la monovision sont bien connus depuis plusieurs décennies (simplicité et efficacité).

La monovision peut être mise en œuvre avec plusieurs techniques différentes (laser de surface, Lasik, implants phakes et chirurgie de la cataracte).

Les inconvénients de la monovision sont souvent moins bien compris et, sans être handicapants, sont la raison principale du développement récent des méthodes multifocales ou pseudo-accommodatives :

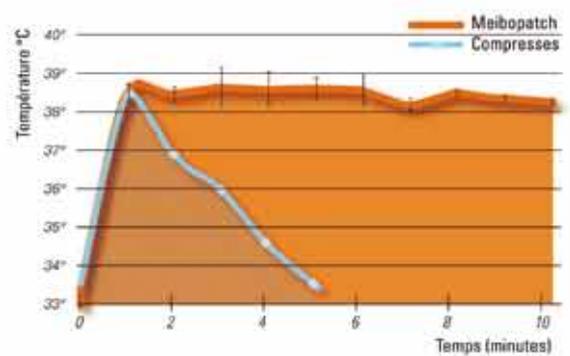
- incertitude fréquente sur le choix de l'œil dominant/fixateur ;
- difficulté d'obtention de l'emmétropie effective sur l'œil dominant ;
- nécessité d'une neuroadaptation (1 à 12 mois) ;
- insuffisance de couverture des 3 domaines de la vision (problème d'insuffisance de vision pour la "3^e focale", soit pour la vision très rapprochée soit pour la vision intermédiaire) ;
- stress binoculaire et fatigabilité ;
- retentissement somatique de la fatigue visuelle (chalazion, blépharite, céphalées) ;
- altération du sens stéréoscopique et limitation de l'appréciation des distances et du relief (jusqu'à 5-10 m), pénalisant les activités 3D (en plein essor dans l'industrie des loisirs) ;
- limitations réglementaires (jurisprudence aéronautique, limite de l'acuité réglementaire de l'œil corrigé en vision de près) ;
- réduction du champ visuel ;
- perte de la sommation binoculaire ;
- rivalité rétinienne (affichage tête haute) ;
- retentissement moteur et postural (augmentation de l'incidence des fractures de hanche chez les sujets très âgés...) ;
- altération de la performance visuelle pour les tâches complexes ;
- perte de la fonctionnalité en cas limitation ou de réduction oculaire unilatérale de la vision. ■



MeiboPatch

Chalazion, Blépharite, Orgelet, Sécheresse oculaire.

Fluidifier les sécrétions meibomiennes



Une chaleur efficace pendant 10 minutes

Patch Chauffant Oculaire réutilisable pour les dysfonctionnements des glandes de Meibomius

- Ergonomique
- Coton biologique
- Avec testeur de température pour une efficacité accrue
- 200 utilisations

Avant la première utilisation

Une bandelette thermosensible peut être fournie avec le MeiboPatch. Dans ce cas, coller celle-ci sur l'espace réservé. Elle vous permettra de contrôler de façon fiable la température de votre MeiboPatch à la sortie du micro-onde.



Une solution simple...

Dispositif médical
Disponible en pharmacie



LABORATOIRES
DOLIAGE

81 rue de Verdun - 92150 Suresnes
Tél. : 01 41 38 35 55



3 La chirurgie cornéenne multifocale

Où en est-on ?

LES PHOTOABLATIONS MULTIFOCALES ("PRESBYLASIKS")

Dr Michaël Assouline, Paris

Le presbylasik, développé à la fin des années 1990 en France à Nice (Dr Jean Jacques Chaubard, Dr Charles Ghenassia), modifie la forme de la cornée pour créer une multifocalité.

La multifocalité cornéenne (PresbyLasik, Intracor, *Inlays*) repose sur la défocalisation partielle de l'image fovéolaire par l'induction d'une aberration sphérique, caractérisée en topographie (A), par le diagramme de Zernicke (B), par la représentation du front d'onde (C), par la courbe de la réfraction sur le diamètre pupillaire (D) ou par la fonction de dispersion d'un point (E, F). La coma (G) contribue également à la multifocalité cornéenne (Fig. de couverture).

Le changement de courbure localisé induit une augmentation de la profondeur de champ par défocalisation en modulant les aberrations optiques d'ordre supérieur à deux niveaux (Assouline 2003).

MODULATION DES ABERRATIONS OPTIQUES D'ORDRE SUPÉRIEUR

- Le bombement central de la cornée crée une aberration sphé-

rique négative, ce qui signifie que la cornée centrale devient plus puissante que la cornée paracentrale, comme si l'on induisait une myopie confinée aux 3 mm centraux. Il en résulte une augmentation de la profondeur de champ. Cet effet peut être différencié entre les deux yeux (protocole asymétrique) en fonction de la dominance.

- Cette aberration sphérique négative peut être décentrée très légèrement par rapport à la pupille mydriatique utilisée en vision de loin (notamment de nuit) pour mieux correspondre au centre de la pupille myotique utilisée en vision de près. Ce décentrement induit une faible coma oblique qui se traduit en pratique par une bifocalité de la pupille d'entrée, dont les trois quart superotemporaux favoriseront la vision de loin tandis que le quart inféronasal sera plus efficace pour la vision de près, en accord avec la dynamique pupillaire accommodative. En effet, la taille et la position de la pupille varient en fonction de la distance de vision. De loin, la pupille est légèrement dilatée et centrée. De près, la pupille est plus étroite et légèrement décentrée vers le bas et le nez (de 0,2 à 0,7 mm), pour correspondre à la convergence des yeux lors de la

vision de près.

PRESBYLASIK DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ

Plusieurs versions commerciales du presbylasik sont à présent proposées par les constructeurs de lasers excimer :

- Nidek® (Module Presbytie) : ablation hypermétropique surcorrigée suivie d'une ablation myopique centrale résultant en une addition paracentrale pour vision de près avec vision de loin centrée ;
- VisX™ (CustomView Presbyopic ablation) : presbylasik addition vision de près centrée et Omnifocal advanced CustomView) : presbylasik addition vision de près centrée guidée par aberrométrie ;
- Bausch & Lomb/Technovision :
 - PresbyOne® : presbylasik addition vision de près centrée ;
 - Supracor™ : addition de près centrée non transitionnelle ;
- Wavelight® (modulation facteur Q) : presbylasik addition de près centrée par modulation du facteur Q d'asphéricité cornéenne ;
- Schwind (PresbyMax®) : presbylasik addition vision de près centrée (OS) périphérique (OD) ;
- Zeiss-Meditec (Laser Blended Vision) : addition de près centrée asymétrique sur les deux yeux.



PERSONNALISATION DE LA PRATIQUE

Ces profils ablatifs permettent d'envisager pour un patient donné 3 modes de personnalisation, éventuellement combinés, en fonction des objectifs réfractifs souhaités, et de l'optimisation de la fonction op-

tique de l'œil en vision de loin, vision intermédiaire et vision de près :

- guidé par la topographie ou le facteur d'asphéricité cornéenne Q (normalement autour de -0,25, idéalement -0,8 à -1,0 hyperprolate pour la compensation multifocale de la presbytie) ;

- guidé par l'aberrométrie ou l'aberration sphérique (normalement autour de 0,2 rms, idéalement -0,50 rms pour la compensation multifocale de la presbytie) ;
- guidé par la dynamique pupillaire (taille et position en fonction de l'état accommodatif et de la luminosité). ■

PRESBYLASIK ET STIMULATION DE L'ACCOMMODATION RÉSIDUELLE

Interview du Dr Charles Ghenassia, Nice

Pionnier du lasik multifocal ("presbylasik"), ayant traité plusieurs milliers de patients au cours des 12 dernières années, opéré lui-même depuis 5 ans, le Dr Ghenassia, a récemment présenté des résultats surprenants sur les modifications de l'amplitude d'accommodation objective des sujets opérés par presbylasik avec induction d'une aberration sphérique négative par modulation de l'asphéricité.

Pratiques en Ophtalmologie : Comment vous est venue l'idée d'une éventuelle amélioration de l'accommodation résiduelle après lasik multifocal ?

Dr Charles Ghenassia : Nous constatons souvent que la capacité visuelle de près des opérés de presbylasik excède légèrement, ou parfois de façon importante, la modification réfractive induite par le changement de courbure cornéen. C'est notamment ce que j'ai constaté dans mon propre cas, à un âge où mon accommodation résiduelle théorique devrait être proche de "0". Lorsque nous avons cherché à comprendre les mécanismes optiques sous-jacents, nous avons utilisé différentes méthodes de mesure pour dissocier l'effet optique obtenu de l'accommodation résiduelle des sujets.

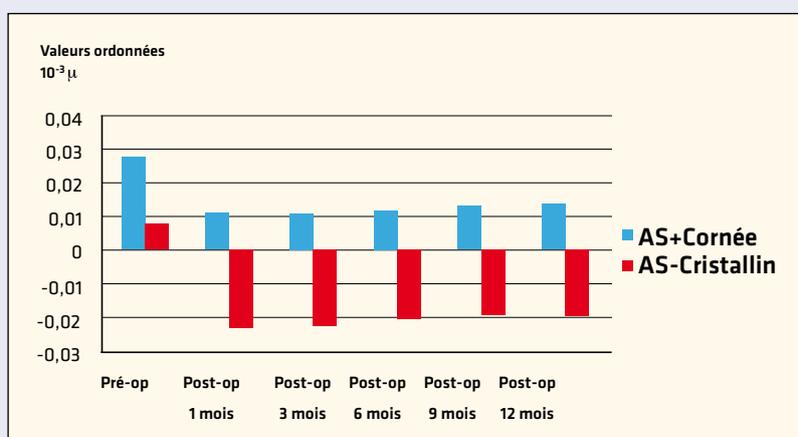


Figure 1 - Compensation de l'aberration sphérique cornéenne et interne durant l'accommodation (iTracey).

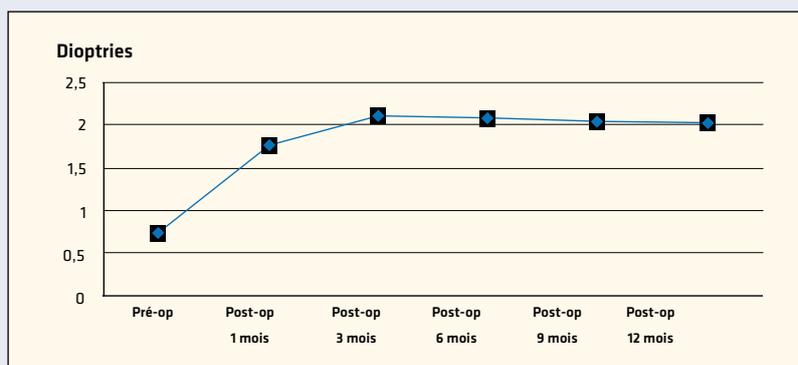


Figure 2 - Augmentation de l'accommodation de 2 dioptres (évaluée avec OQAS) .

PO : Quelles méthodes avez-vous employées ?

Dr ChG : Avec notre équipe d'orthoptistes, dirigée par Charles Ruchon, nous avons utilisé des méthodes subjectives et surtout objectives de quantification des

propriétés optiques de l'œil permettant d'évaluer les aberrations optiques d'ordre supérieur défocalisantes, comme l'aberration sphérique négative (aberrométrie zywave), la courbe de défocalisation objective de l'œil (aberrométrie dual-pass Oqas), et l'aber-

ration sphérique cristalliniennne (aberrométrie dynamique et différentielle Tracey).

PO : Quels ont été les résultats de ces analyses ?

Dr ChG : De façon inattendue, nous avons constaté que les modifications cornéennes induites par la photoablation s'accompagnaient d'une modification de l'aberration sphérique cristalliniennne, ce qui suggère une "relance" de la mécanique accommodative par l'amélioration des conditions optiques de formation de l'image fovéolaire en vision de près. Ces résultats très surprenants,

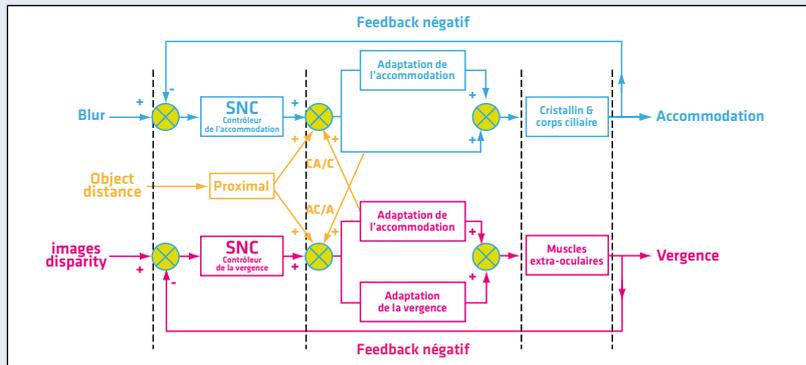


Figure 3 - La qualité de l'image fovéolaire et de la vision binoculaire stimule l'accommodation. D'après Pechereau.

vous vont bien sûr demander une confirmation plus approfondie par des méthodes différentes et complémentaires. Une étude est en cours avec le Pr Malecaze de

Toulouse pour étudier l'activation des aires cérébrales au cours de l'accommodation par imagerie cérébrale fonctionnelle après presbyLasik (Fig. 1-3). ■

LES TECHNIQUES CORNÉENNES NON LASIK

L'INTRACOR

Dr Catherine Albou-Ganem, Paris

La correction de la presbytie par incisions intrastromales de la cornée centrale (IntraCOR®) complète l'arsenal thérapeutique à notre disposition pour la compensation de la perte d'accommodation. Cette technique peu invasive, mise au point par Luis Ruiz en 2007, confère au patient un certain degré de pseudo-accommodation chez l'emmetrope ou le faible hypermetrope.

Le principe de la correction repose sur la réalisation de 5 incisions intrastromales en anneaux cylindriques concentriques au niveau de la cornée centrale par photodisruption.

Ces incisions créent un bombement cornéen central hyperprolate et multifocal à arc cornéen constant et pupillo-dépendant induisant une augmentation de la kérato-

métrie centrale et des aberrations sphériques, un *shift* myopique, le tout aboutissant à une augmentation de la profondeur de champ.

Cette chirurgie s'adresse à l'emmetrope ou le faible hypermetrope ayant un astigmatisme < 0,75 D. L'œil dominé est opéré.

Résultats : étude personnelle sur 100 patients opérés à la Clinique de la Vision avec un recul entre 3 mois et 1 an ayant, bénéficié d'un traitement unilatéral sans reprise, 74 % des patients ont une acuité visuelle de l'œil traité de loin $\geq 8/10$ et de près \geq Parinaud 3 et 88 % des patients ont une acuité visuelle de l'œil traité de près \geq Parinaud 3.

Le laser femtoseconde permet de corriger la presbytie de l'emmetrope ou du faible hypermetrope qui étaient jusqu'à présent les patients les plus difficiles à corriger.

LENTICULES INTRACORNÉENNES RÉFRACTIFS

Dr Catherine Albou-Ganem, Paris

Les *inlays* intrastromaux connaissent depuis ces dernières années un regain d'intérêt par le développement de modèles spécifiques à la correction chirurgicale de la presbytie, par l'utilisation de nouveaux matériaux biocompatibles et du laser femtoseconde qui autorise une chirurgie plus précise. Ils présentent l'avantage de la réversibilité.

Les lenticules se placent en position intrastromale sur l'œil dominé uniquement, soit après découpe d'un volet cornéen épais, soit dans une poche intrastromale.

Le lenticule Vue+® ReVision Optics est lenticule réfractif transparent qui, par son épaisseur (320 μ au centre), modifie la courbure

antérieure de la cornée donc son pouvoir réfractif.

Le lentille Flexivue Microlens® Presbia est transparent, composé de deux parties réfractives différentes : une partie centrale (VL) de 1,6 mm de diamètre est neutre sur plan réfractif alors que la partie annulaire périphérique (VP) est réfractive, de puissance variable.

Comme pour l'IntraCor®, les lentilles maintiennent l'acuité visuelle de loin car l'action est centrée sur une ZO de petit diamètre, et améliorent l'acuité visuelle de près (AVP ≥ P3 entre 75 et 90 % des patients).

La stabilité des résultats et l'inocuité de cette approche n'a pas encore fait l'objet de publications à long terme.

Les lentilles complètent le panel des chirurgies cornéennes de la presbytie sur le principe de la monovision. Le but est de maintenir une VL satisfaisante en restaurant une VP utile. C'est une chirurgie peu invasive, dont la réversibilité est l'atout majeur.

L'INLAY STÉNOPÉIQUÉ KAMRA

Dr Didier Chong-Sit, Paris

La technique des *inlays* intracornéen Kamra™ utilise un anneau noir en fluorure de polyvinylidène réduisant artificiellement la pupille d'entrée (effet de trou sténopéique) pour refocaliser la vision de près et augmenter la profondeur de champ.

Cette technique est utilisée depuis maintenant 7 ans (marquage CE en 2005) ; une nouvelle version étant



Figure 4 - Inlay Kamra™ : épaisseur 5 µ, diamètre ext. 3,8 et int. 1,6 mm percé de 8 400 µ-trous.

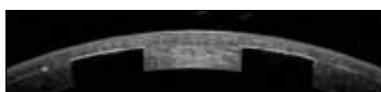


Figure 5 - Bonne visualisation du Kamra™ en OCT Visante® sous un volet de 200 µ, avec cône d'ombre acoustique en regard de l'anneau noir.

distribuée par AcuFocus®, depuis 2010 (Fig. 4). Plus de 10 000 *inlays* ont été posés dans le monde (entre 500 et 1 000 en Europe).

Actuellement, cette technique s'applique aux patients presbytes âgés de 45 ans et +, éligible à une procédure de type lasik. Comme pour l'IntraCor®, il s'agit d'une chirurgie monoculaire sur l'œil non directeur. Chez l'emmetrope (jusqu'à -1 D), il suffit de réaliser une *pocket* selon un masque défini et introduire l'*inlay*. En cas d'amétropie associée, il faut réaliser un lasik classique en parallèle.

Technique du lasikamra : découpe par IntraLase® IFS 5 d'un volet de 200 µ, puis réalisation d'une photoablation (avec objectif de -0,75 D). Après remise en place du capot, un marquage de 4 mm centré sur le réflexe de Purkinje est réalisé, puis le volet resoulevé pour la dépose du Kamra™ (Fig. 5). Le point crucial est le centrage de l'*inlay*. Le contrôle



Figure 6 - A la LAF, l'inlay Kamra™ n'induit aucune réaction locale spécifique (confirmation en HRT).

est effectué par rapport au marquage cornéen et à l'Acutarget™ réalisé en préopératoire.

La tolérance du Kamra™ est excellente (Fig. 6). L'efficacité est remarquable pour la vision de près, mais variable en fonction de la luminosité ; la vision intermédiaire satisfaisante et la vision de loin ne subit qu'une perte limitée le plus souvent.

Tout décentrement peut toutefois induire des effets secondaires à type de halos, de réduction de l'effet réfractif et parfois de baisse de la meilleure acuité visuelle corrigée, l'*inlay* peut alors être recentré secondairement ou exceptionnellement retiré !

Chez le presbyte emmetrope (et amétrope), la biocompatibilité parfaite de l'*inlay* Kamra™ en font une technique d'avenir pouvant notamment être proposée aux patients ayant déjà bénéficié d'une chirurgie photoablatrice au laser et aux opérés de cataracte.

La simplification du centrage par un vidéoguidage en temps réel (dans les oculaires du microscope) optimisera son usage. Son coût d'environ 800 € restera toutefois un frein probable à son essor ! ■

4 Les implants intraoculaires

Quels sont les implants à notre disposition ?

LES IMPLANTS INTRAOCULAIRES RÉFRACTIFS ET DIFFRACTIFS

Dr Pascal Rozot, Marseille

INTRODUCTION

La substitution d'un cristallin qui n'accomode plus, par des implants dont l'optique permet une pseudo-accommodation, assure une vision utile sans correction à différentes distances, dans le but de réduire la dépendance aux lunettes. Celle-ci peut s'envisager soit au cours d'une chirurgie de la cataracte, soit en procédure réfractive pure sur des cristallins clairs. La multifocalité consiste en un partage de lumière incidente en deux foyers au moins, l'un dévolu à la vision de loin, l'autre, ou les autres, à une vision plus rapprochée, intermédiaire et/ou de près. Il s'agit d'une nouvelle vision, qui nécessite une adaptation cérébrale, avec des phénomènes de neutralisation. Les résultats de telles lentilles, autrefois médiocres, ont été significativement améliorés d'une part par les progrès de la phacoexérèse (micro-incisions) et surtout par l'amélioration de la qualité des optiques des implants.

LES AVANTAGES

Les avantages de ce mode de correction de la presbytie sont tout d'abord une grande efficacité, avec une vision éloignée de qualité, ainsi qu'une puissance intéressante pour la vision de près, toutes les amétropies régulières sphéro-cylindriques sont actuellement accessibles. Enfin, il n'y a pas de

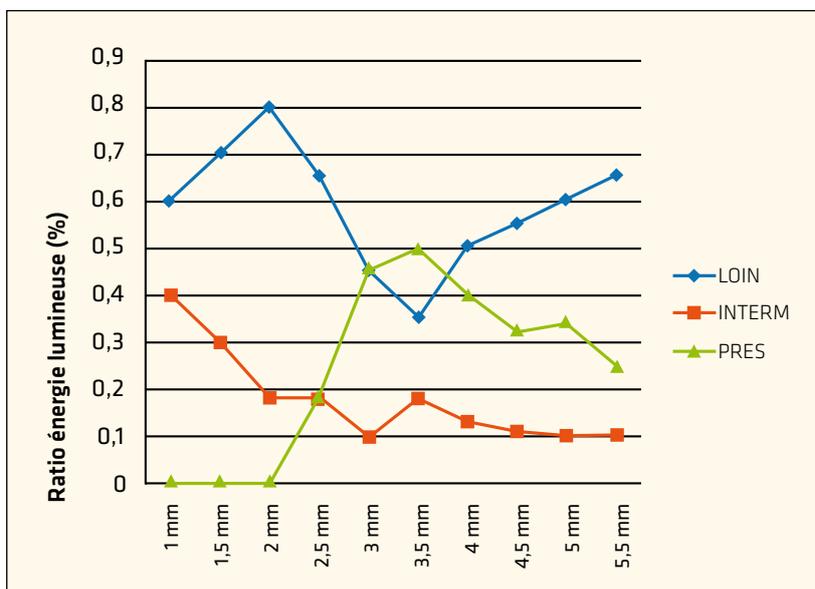


Figure 1 - Répartition de l'énergie lumineuse de l'implant Rezoom®.

régression dans le temps des résultats optiques obtenus.

LES INCONVÉNIENTS

Les inconvénients sont liés au caractère relativement invasif de la chirurgie, avec des risques, certes diminués par les bénéfices de la micro-incision, mais toujours existants, qu'ils soient précoces (endophtalmie) ou tardifs au niveau rétinien : maculaires ou liés aux décollements postérieurs du vitré. Le compromis optique que représente le partage de la lumière incidente induit de fait une réduction des contrastes, mais dont les conséquences sont actuellement plus modérées qu'auparavant, du fait de la qualité des lentilles propo-

sées. Ce partage optique explique la persistance d'effets optiques parasites : là encore, l'amélioration des lentilles permet de réduire l'intensité et donc la fréquence ressentie par les patients de tels effets. Quoi qu'il en soit, le respect des contre-indications est fondamental pour une implantation réussie.

IMPLANTS MULTIFOCAUX RÉFRACTIFS

Ils sont constitués de la juxtaposition de zones optiques annulaires ou sectorielles de puissances différentes, sphériques ou asphériques. Ce système induit peu de perte de lumière incidente, et leur perfor-

mance dépend en général du diamètre pupillaire (Fig. 1). Enfin, ces lentilles sont sensibles au décentrement qui altère leurs qualités optiques.

On distingue les implants réfractifs à zone annulaire: l'implant ReZoom® a 5 zones, insérées par 2,8 mm; l'implant M-Flex™ en général a 4 zones, déclinées sous version torique au besoin, d'addition + 3,0 ou 4,0; l'implant iSii®, 3 zones avec une zone intermédiaire apportant à la vision de près une addition de 3 D (Fig. 2). Récemment est apparu un implant réfractif à addition sectorielle, située dans les 160° inférieurs de la lentille, épargnant le centre de celle-ci (Fig. 3), et dont la répartition lumineuse est très peu "pupille-dépendante" (Fig. 4).

Au total, ces implants ont des performances optiques honorables pour les plus classiques d'entre eux, mais avec des halos souvent marqués. La nouvelle génération d'implants réfractifs est apparue avec l'implant "à profondeur de champ" M-Plus qui privilégie la vision éloignée avec une bonne préservation des contrastes; ils ne dispensent pas d'une addition complémentaire pour une vision de près plus précise.

IMPLANTS DIFFRACTIFS

Ils répondent à la loi de Huygens-Fresnel, qui utilise les propriétés ambulatories de la lumière, avec un déphasage sélectif des ondes lumineuses. Ils sont peu sensibles au décentrement; leurs performances sont habituellement indépendantes du diamètre pupillaire et leurs optiques peuvent être bi-focales, trifocales ou à addition progressive.

Des améliorations optiques ont été apportées à ces lentilles, avec

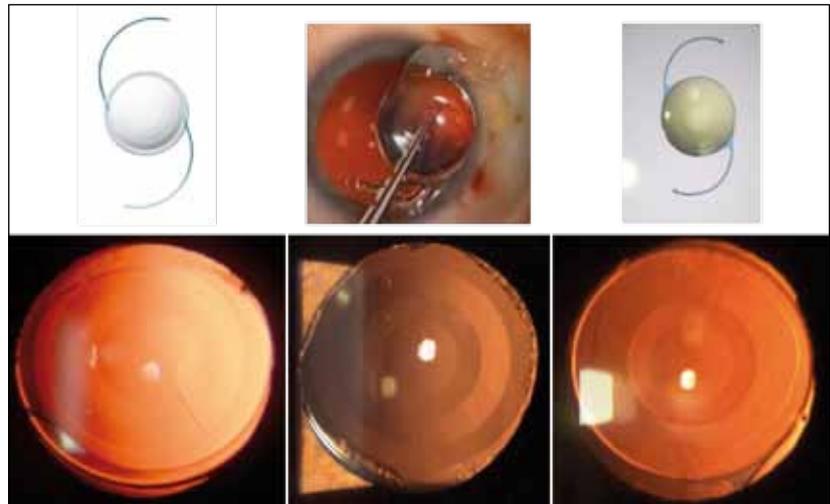


Figure 2 - Implants Rezoom®, M-Flex™ et iSii®.

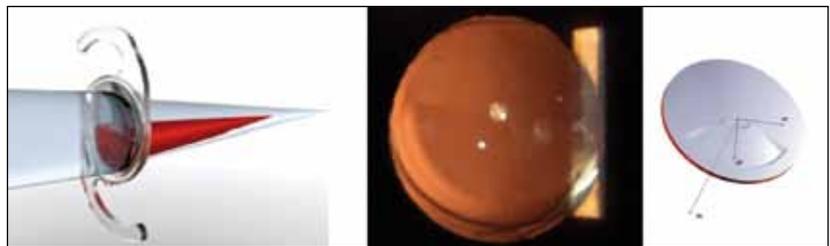


Figure 3 - Implant M-Plus.

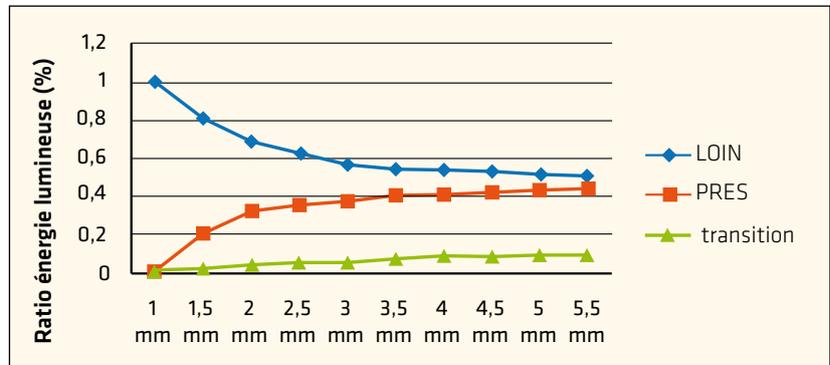


Figure 4 - Répartition lumineuse de l'implant M-Plus.

l'apodisation: diminution progressive de la hauteur des marches de diffraction, qui induit une pupillo-dépendance favorisant la vision éloignée à large diamètre pupillaire, ce qui réduit l'intensité et donc la fréquence des phénomènes photiques. Le chef de file en est l'implant ReSTOR® (Fig. 5).

D'autres progrès ont été apportés à la diffraction, avec un lissage des marches de diffraction qui réduit les phénomènes photiques (im-

plants AT-Lisa et Tecnis® Multifocal), la correction des aberrations sphériques qui améliore la qualité visuelle de loin, la réduction des aberrations chromatiques qui améliore également la qualité optique (implant Tecnis® Multifocal) (Fig. 6).

Les implants diffractifs bifocaux sont représentés par le ReSTOR®, essentiellement utilisé dans sa version de l'addition + 3,0 diop-

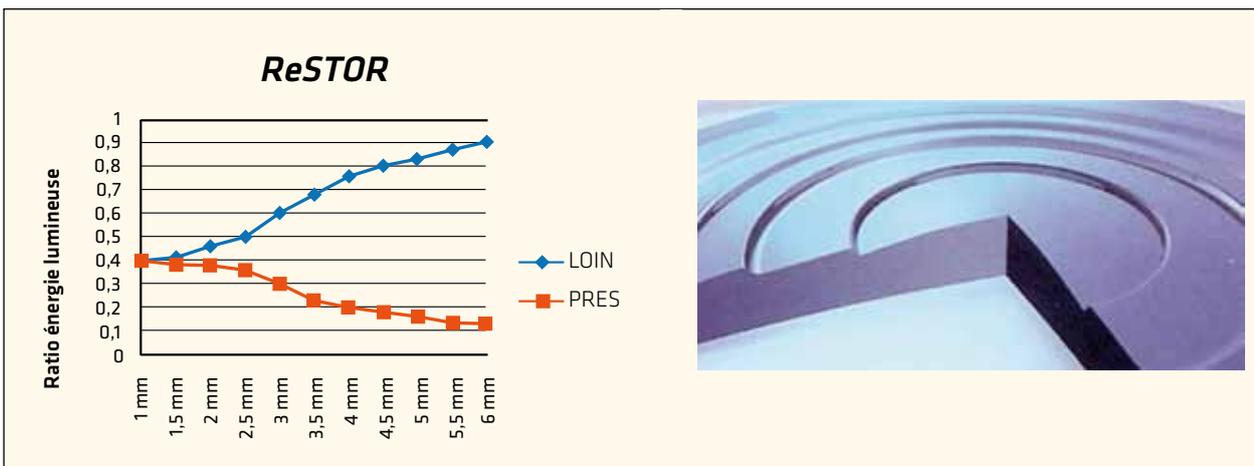


Figure 5 - Implant ResTOR® : apodisation.

tries, le Tecnis® Multifocal qui réduit totalement les aberrations sphériques cornéennes, l'implant AT-Lisa, non pupillo-dépendant, avec 65 % d'énergie lumineuse pour la vision éloignée, l'implant Diff-Aa d'add. + 3,0. Tous ces implants permettent un passage par micro-incision de l'ordre de 1,8 à 2,2 mm maximum (Fig. 7).

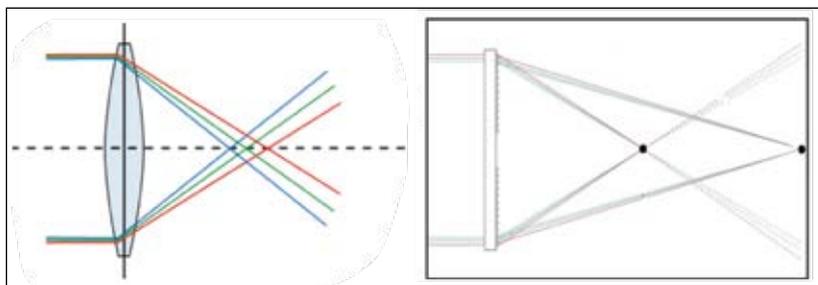


Figure 6 - Implant Tecnis® Multifocal : correction des aberrations chromatiques.

A noter l'existence d'un implant diffractif à diffraction progressive, la puissance d'addition variant du centre de la lentille vers la périphérie où elle se réduit d'une demi-dioptrie, ce qui contribue à améliorer la profondeur de champ (implant Prebysmart Plus) (Fig. 8).

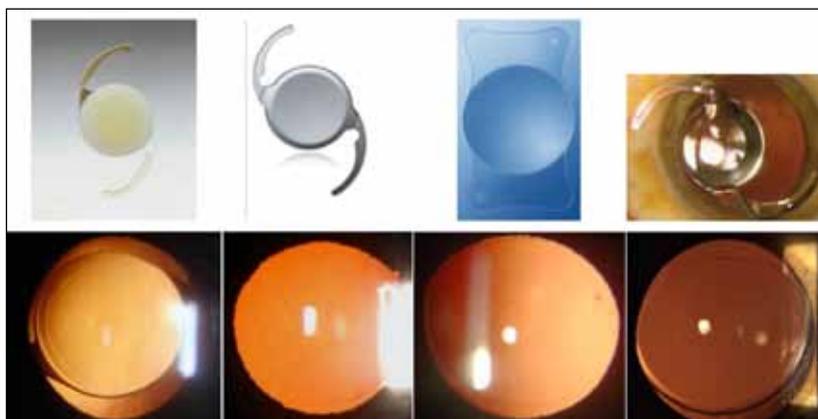


Figure 7 - Diffractifs bifocaux : ResTOR®, Tecnis® Multifocal, AT Lisa, Diff-Aa

Les implants diffractifs trifocaux sont constitués de la juxtaposition de deux réseaux diffractifs sur la même optique, ce qui améliore significativement la vision intermédiaire. Il existe actuellement le Fine Vision, avec une double addition de + 1,75 D et 3,5 D, et l'implant AT-Lisa Trifocal, avec une addition de + 1,66 D et 3,33 D (Fig. 9).

PIGGY-BACK MULTIFOCAUX

Ces implants sont spécialement conçus pour être placés dans le

sulcus, chez un patient déjà pseudophaque de chambre postérieure avec un implant placé dans le sac, de façon à apporter une multifocalité secondaire pour compenser la presbytie. Ils peuvent simultanément corriger une amétropie sphérocyllindrique associée.

Ils peuvent être de type diffractif (Fig. 10), ou réfractifs (Fig. 11).

CLÉS DU SUCCÈS EN MULTIFOCALITÉ CRISTALLINIENNE

POSER DES INDICATIONS

Les indications les plus faciles concernent les sujets presbytes de + de 50 ans, amétropes, plutôt sur un versant hypermétropique, astigmatas le cas échéant, et sans exigence visuelle particulière ; les

indications plus délicates à poser au cas par cas concernent le presbyte myope, le presbyte emmétrope et la présence d'exigences visuelles particulières, professionnelles ou de loisirs.

**RESPECTER
LES CONTRE-INDICATIONS**

L'âge, au-delà de 80 ans, est réhibitoire en raison du vieillissement rétinien et cérébral; toute pathologie oculaire, qu'elle soit cornéenne, glaucomateuse, rétinienne ou neuro-ophtalmologique, n'est pas une indication à la multifocalité. Il en est de même pour l'amblyopie ou la myopie maladie ou le sujet monoptalme. Des pathologies générales comme le diabète contre-indiquent également la multifocalité.

Certains terrains psychologiques particuliers peuvent également rendre l'acceptabilité de la multifocalité plus difficile, et sont donc à éviter.

Enfin, les exigences visuelles professionnelles doivent faire éviter les multifocaux : conduite de nuit, pilotes pour la vision éloignée, grands lecteurs, informaticiens où la fatigabilité sera plus importante ; certains artistes pourraient voir leur perception sensorielle modifiée.

Un bilan préopératoire doit tenir compte d'un interrogatoire à la recherche de pathologies générales, et des activités principales du patient ; il faut faire un examen somatique oculaire complet et cibler certains examens paracliniques en fonction du bilan clinique. L'OCT maculaire est désormais demandée de façon systématique avant l'implantation multifocale.

EXIGENCES CHIRURGICALES

Les critères chirurgicaux de réussite de la multifocalité sont bien connus : utilisation d'une micro-

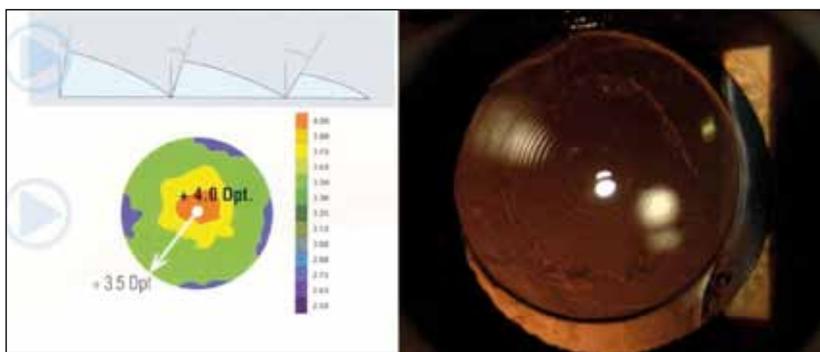


Figure 8 - PresbySmart Plus.

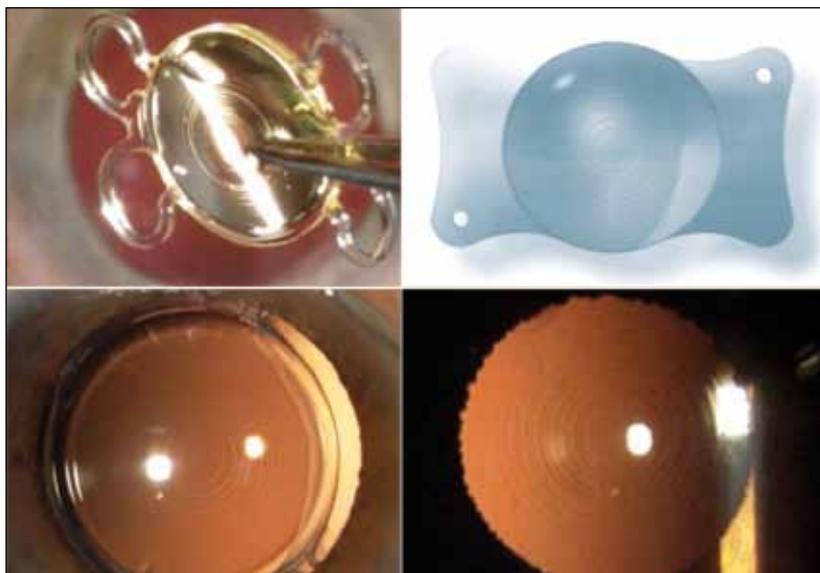


Figure 9 - Diffractifs trifocaux : Fine Vision et AT Lisa Trifocal.



Figure 10 - Implant piggy-back Add-On.

incision de 1,8 à 2,0 mm, sur le méridien le plus cambré (pour traiter le cas échéant un astigmatisme ne dépassant pas 0,5 D, car au-delà on utilise les versions toriques des implants multifocaux).

Le capsulorhexis doit être centré et légèrement inférieur à la taille de l'optique, soit 5,5 mm de diamètre en général. Il faut un



Figure 11 - Implant piggy-back Sulcoflex®.

nettoyage complet des résidus corticaux et un polissage cortical postérieur efficace.

L'information préopératoire doit être exhaustive, et décrire les principaux éléments notés dans cette

revue : la fiche de la Société Française d'Ophtalmologie dévouée aux implants toriques et multifocaux, récemment élaborée et très complète, est à commenter et à faire parapher par le patient avant la chirurgie.

Le choix du bon implant, en fonction du patient, va se décider selon les activités de celui-ci, avec la connaissance des caractéristiques optiques de ces implants. Les règles générales sont de favoriser les qualités de vision de loin, de connaître l'œil dominant, de prendre en compte le système optique, diffractif ou réfractif, la répartition de l'énergie lumineuse, et enfin de connaître l'addition de la lentille multifocale et sa correspondance au plan lunettes.

Actuellement sont proposés en priorité les implants les plus polyvalents, qu'ils soient trifocaux (Fine Vision ou AT Lisa Trifocal) ou non (ReSTOR® addition + 3, AT Lisa Bifocal, Diff-Aa); selon l'activité, certains préféreront les implants à prédominance loin et intermédiaire (M-Plus), alors que d'autres implants à prédominance loin et près seront préférés, notamment chez le myope (Tecnis® Multifocal et AT Lisa Bifocal).

LA GESTION POSTOPÉRATOIRE DE LA MULTIFOCALITÉ

Suite à la constatation d'une amétropie résiduelle, évaluée à 2 semaines par réfraction subjective (car les mesures par autoréfractomètre donnent très souvent des valeurs aberrantes, myopisant faussement la réfraction), seront décidés soit une abstention lorsque l'amétropie est minime, inférieure ou égale à 0,5 D, d'une photokératectomie réfractive entre 0,75 et 1,5 dioptries, et au-delà, soit un échange d'implant,

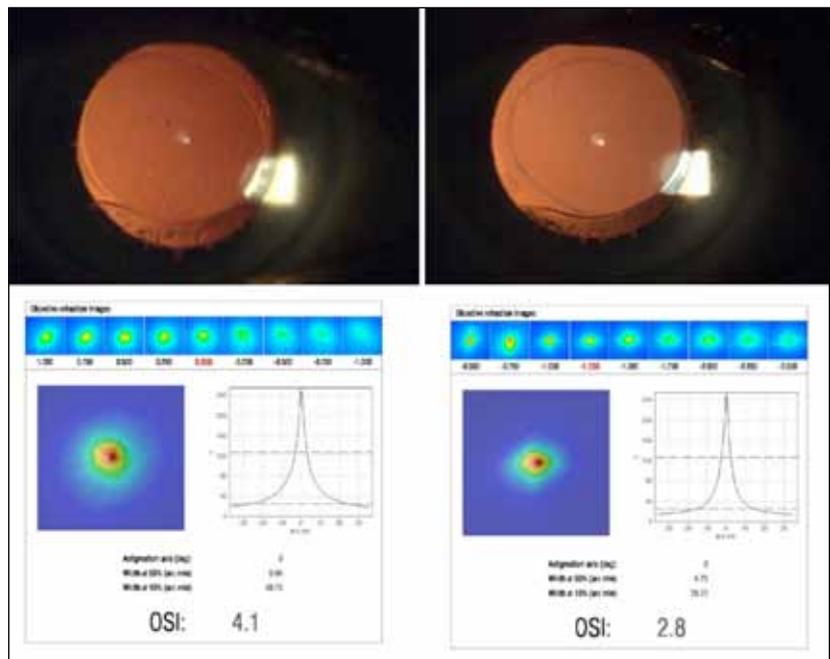


Figure 12 - Opacification capsulaire postérieure et OQAS.

soit la pose d'un *Piggy-back* sphérique et éventuellement torique.

L'opacification de la capsule postérieure, qui peut représenter une cause d'insatisfaction, doit être précisément évaluée par l'examen clinique, au besoin l'aberrométrie de type OQAS (Fig. 12) et doit conduire à une capsulotomie d'au moins 5 mm pour éviter des effets optiques parasites sur les bords de celle-ci à pupille large.

Les effets photiques sont plus fréquents si la pupille est large : ils se réduisent en général après deux mois, mais s'ils persistent, les halos peuvent nécessiter la prescription de brimonidine collyre le soir, qui diminue la dilatation pupillaire en condition mésopique.

L'éblouissement, fréquemment noté au départ, s'il n'est pas lié à une sécheresse oculaire extrêmement fréquente, qu'il convient de compenser dès la période post-opératoire précoce, peut justifier le port plus fréquent de verres solaires au cours de la première année. Enfin,

les dysphotopsies ou images fantômes doivent faire vérifier le centrage de l'implant et un traitement chirurgical adapté le cas échéant.

L'intolérance définitive à la multifocalité, par troubles de la neuro-adaptation, est extrêmement rare mais peut faire décider, un an au moins après la chirurgie, à échanger l'implant pour placer un implant monofocal dans le sac ou le sulcus ciliaire, geste toujours possible même à long terme et notamment plus tard en cas de complications maculaires éventuelles.

CONCLUSION

En 2012, le choix de lentilles multifocales est extrêmement large, permettant de personnaliser le modèle d'implant pour chaque patient, et conduit à de hauts niveaux de satisfaction. Les implants diffractifs sont actuellement prédominants du fait de leurs qualités optiques et puissance d'effet, mais trouvent une concurrence récente avec les nouveaux réfractifs. L'implantation multifocale reste une



“école de précision”, avec une sélection qui doit être attentive, car il y aura toujours des contre-indi-

cations, à côté desquelles le chirurgien ne doit pas passer. La gestion chirurgicale précise doit s’accom-

pagner d’un suivi postopératoire attentif pour aboutir au succès de l’utilisation de la multifocalité. ■

LES IMPLANTS INTRAOCULAIRES ACCOMMODATIFS

Dr Arié Danan, Paris

Les implants accommodatifs représentent l’une des options possibles dans le traitement chirurgical de la presbytie. Ils ont comme objectif d’associer l’efficacité des implants multifocaux et la sécurité des implants monofocaux. Les implants accommodatifs actuels affichent pour l’instant des performances limitées, restreignant leurs indications aux patients recherchant une diminution de la dépendance aux lunettes en vision intermédiaire. A côté des implants les plus connus comme le Crystalens®, il existe ce-

pendant un certain nombre d’implants en cours d’évaluation, basés sur des principes très variés, et dont il est permis d’espérer des résultats intéressants dans les prochaines années.

On peut aujourd’hui séparer ces implants accommodatifs en plusieurs familles :

- les implants à simple optique, comme le Crystalens AO™ ;
- les implants à optique double dont le chef de file est le Synchrony® ;
- les implants à optique défor-

mable, dont certains concepts se rapprochent de l’idée mythique du phako-ersatz ;

- les implants futuristes : à commande magnétique, autofocus.

Certains de ces implants sont déjà commercialisés, d’autres sont en cours d’études multicentriques dont les résultats ne sont pas encore publiés. Certains n’existent qu’au stade de prototype et quelques-uns en sont seulement au stade des idées. Il est vraisemblable que plusieurs d’entre eux ne verront jamais le jour, comme

Tableau 1 - Les implants intraoculaire accommodatif.

Implant	Laboratoire	Type d’optique	Haptiques	Position	Matériau
Crystalens AO™ (Fig. 13)	Bausch & Lomb	Unique	2	Sac	Silicone
Tetraflex™ (Fig. 14)	Lenstec	Unique	2	Sac	Acrylique hydrophile
1 CU (Fig. 15)	Humanoptic	Unique	4	Sac	Acrylique hydrophile
Tek Clear™ (Fig. 16)	Tekia	Unique	Circulaire	Sac	Acrylique hydrophile
Biocomfold 43 E	Morcher	Unique	Circulaire	Sac	Acrylique hydrophile
WIOL-CF	GelMed AMI Care	Unique	0	Sac	Acrylique hydrophile
Synchrony® (Fig. 17)	AMO	Double	4	Sac	Silicone
Akkolens (Fig. 18)	Laboratoire Akkolens	Double	2 X 2	Sulcus	Acrylique hydrophile
Nulens Dunacurve	Nulens	Déformable	2	Sulcus	PMMA + silicone
Fluidvision (Fig. 19)	Powervision	Déformable	2	Sac	NR
Liquilens	Vision Solution Technologies	Simple et creuse	NR	Sac	NR
Flexoptic™	Quest Vision Technologies	Unique	0	Sac	Silicone
Smart IOL	Medenium	Unique	0	Sac	Acrylique thermoplastique
Implants de Nishi	NR	Unique ou double	0	Sac	Silicone + polymère de silicone
Implant à commande magnétique	NR	Unique	NR	Sac	NR
Implant Autofocus	Elenza	Unique	NR	Sac	NR

l'implant de Sarfarazi, ancêtre du Synchrony®, pour lequel l'expéri-

mentation clinique n'est pas allée au-delà du lapin.

Le **tableau 1** résume les principales caractéristiques de ces implants. ■

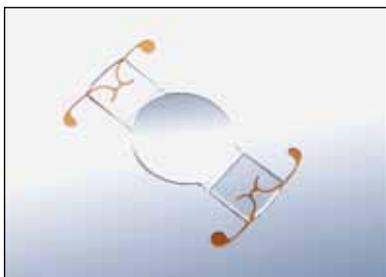


Figure 13 - Implant Crystalens AO™.



Figure 14 - Implant Tetraflex™.



Figure 15 - Implant 1CU.



Figure 16 - Implant Tek-Clear™.



Figure 17 - Implant Synchrony®.



Figure 18 - Implant Akkolens.

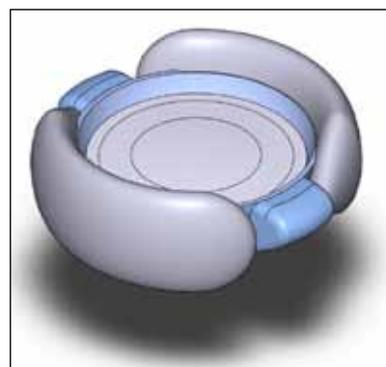


Figure 19 - Implant FluidVision.

	Agrément FDA	Marquage CE	Principe d'action
	Oui	Oui	Antéro-translation passive
	Phase III	Oui	Antéro-translation passive
	Non	Oui	Antéro-translation passive
	Non	Oui	Antéro-translation passive
	Non	Oui	Antéro-translation passive
	Non	Non	Lenso-mimétique
	Phase III	Oui	Antéro-translation, effet ressort des anses
	Non	Non	Translation d'optiques cubiques
	Non	NR	Silicone poussé par piston
	Non	Non	Déplacement liquidien vers optique
	Non	Non	Différence indices de réfraction
	Non	Non	Lenso-mimétique
	Non	Non	Phako-ersatz
	Non	Non	Phako-ersatz
	Non	Non	Antéro-translation active
	Non	Non	Autofocus, batterie incorporée



IMPLANT ACCOMMODATIF CRYSTALENS AO™

Pr Jean-Claude Rigal-Sastourné, Clamart

DOSSIER

INTRODUCTION

La presbytie est due à une diminution naturelle de la capacité accommodative du cristallin.

Lors de la lecture, le cristallin se déforme rapidement sous l'action du muscle ciliaire intraoculaire, augmentant son pouvoir de réfraction par bombement central, afin de restituer une image nette quelle que soit la distance.

Inéluctablement le cristallin, vieillissant avec l'âge, perd de son élasticité. Celui-ci, devenu plus rigide, empêche l'action du muscle ciliaire et diminue son pouvoir accommodatif. La mise au point pour la lecture et la vision de près ne se fait plus correctement. Et la distance à laquelle les yeux lisaient avec netteté va augmenter au fur et à mesure jusqu'à devenir impossible. La presbytie est donc un phénomène habituel chez tous les individus à partir de 45 ans. Celle-ci va progresser jusqu'à 60 ans, puis se stabiliser. Il existe environ 20 millions de personnes atteintes de presbytie en France. Et elle va toucher 700 000 nouveaux sujets tous les ans.

Différentes possibilités de correction de la presbytie existent, incluant les lunettes (la plus ancienne et la plus répandue des techniques de correction allant de la simple addition pour la vision de près jusqu'au verre progressif), la lentille de contact multifocale, la monovision ou vision à bascule (en lentille de contact ou chirurgicale), enfin le traitement chirurgical réfractif par laser excimer et les implants intraoculaires multifocaux ou accommodatifs.

Nous nous intéresserons aux implants accommodatifs Crystalens AO™ dans la correction de la pres-

bytie en décrivant leur mécanisme de correction et enfin leurs résultats publiés dans la littérature, afin de connaître leur place et leurs indications. L'implant Crystalens AO™ est le seul implant accommodatif qui possède un marquage CE et l'agrément de la FDA pour la correction de la presbytie. Depuis l'agrément de la FDA en 2003, plusieurs dizaines de milliers d'implants accommodatifs Crystalens ont été posés, en particulier aux USA.

L'IMPLANT CRYSTALENS AO™

Parmi les nombreux modèles commercialisés depuis quelques années, nous retrouvons la gamme d'implant accommodatif Crystalens. L'implant Crystalens AO™ est la dernière génération de cet implant accommodatif.

La conception a été réalisée par Arthur Cummings, l'implant Crystalens AT45 a été le premier approuvé par la FDA en 2003. Depuis, cet implant a connu de nombreuses évolutions avec aujourd'hui la cinquième génération de Crystalens AO™.

Il s'agit d'un implant en silicone avec deux haptiques pourvues à leurs extrémités de prolongement en polyamide pour le maintenir bloqué dans le sac capsulaire. Les haptiques sont plates et rectangulaires. A la base de l'haptique près de l'optique, il existe une charnière jouant le rôle d'une articulation permettant la translation antérieure de l'optique. L'épaisseur de l'haptique est diminuée de 50 % à cette charnière.

Le Crystalens AO™ est un implant

asphérique "aberration free" à optique biconvexe de 5 mm de diamètre, en silicone de troisième génération Biosil.

Les puissances sont disponibles de 10 à 33 D par incrément de 0,5 D, sauf entre 18 à 22 où les implants sont disponibles par incrément de 0,25 D pour davantage de précision réfractive. Le diamètre total de l'implant est de 11,5 mm de 16,5 à 33 D et à 12 mm de 10 à 16 D.

Le calcul de la puissance du Crystalens AO™ doit être réalisé avec une biométrie par interférométrie laser (IOLMaster). La constante A est de 119,1 et l'indice de réfraction est de 1,4301. La formule SRK-T est préférentiellement utilisée pour les yeux dont la longueur axiale est supérieure à 22 mm et la kératométrie moyenne comprise entre 42 et 47 D. Pour les yeux courts dont la longueur axiale est inférieure à 22 mm il est préférable d'utiliser la formule de Holladay II.

Il est recommandé de viser l'emmétropie pour l'œil dominant et entre -0,25 à -0,50 D pour l'œil dominé afin d'améliorer la lecture de près.

Son optique monofocale asphérique aberration free lui permet de transmettre 100 % des rayons lumineux, tout en étant indépendant des conditions d'éclairage, de la taille des pupilles et de l'âge du patient.

Le crystalens AO™ est injecté par une incision de 2,75 mm (Fig. 20).

MODE D'ACTION

L'implant Crystalens AO™ a une optique monofocale, les résultats cliniques obtenus en vision de près s'expliquent par un mécanisme accommodatif.



La cyclographie d'impédance, l'UBM et l'IRM montrent la persistance de la contractilité des muscles ciliaires avec l'âge. Contrairement à ce que suggérerait Schachar, et en accord avec la théorie d'Helmoltz, le diamètre cristallinien semble rester constant en IRM, avec une réduction du diamètre de la collerette ciliaire.

Une action des muscles ciliaires entraînent un mouvement de translation de l'implant vers l'avant :

- pour la vision de loin, l'implant est en position postérieure ;
- en vision intermédiaire, l'implant se rapproche de la pupille ;
- pour la vision de près, l'implant se déplace davantage vers l'avant.

Une poussée vitréenne a été envisagée pour expliquer la translation de l'implant lors de l'accommodation. Cette hypothèse de Coleman n'a jamais pu être vérifiée car elle nécessiterait une mesure invasive. La pression vitréenne postérieure serait liée à la contraction du muscle ciliaire au cours de l'effort accommodatif. Cette pression résulterait de la modification de la géométrie de la couronne ciliaire et entraînerait un déplacement de l'implant accommodatif vers l'avant. Du fait d'un design adapté (angulation postérieure, jonction haptique-optique flexible), ce déplacement "accommodatif" antérieur peut être optimisé.

Une contraction du sac capsulaire, lors de l'accommodation, entraîne une modification de la courbure de la face antérieure de l'optique de l'implant et donc de sa puissance. C'est le phénomène d'*arching*. Il est optimisé sur l'implant Crystalens AO™ par l'asphéricité de l'optique qui rend celle-ci plus mince et donc plus facilement déformable. Ce phénomène est vérifié par analyse aberrométrique du centre de l'implant qui montre,

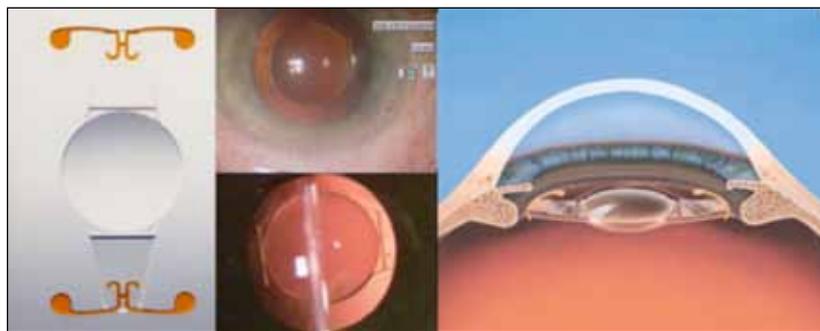


Figure 20 - Implant Crystalens AO™

Tableau 2 - Déplacement de l'implant après accommodation forcée.

Pentacam	Acc-IOL	Monofocal
Shift (microns)	561 (± 375)	33 (± 25)

lors de l'accommodation, des aberrations optiques d'ordre élevées hétérogènes à type de coma vertical, tréfoil, aberrations sphériques. Cet *arching* permet, par pseudo-accommodation, d'améliorer la profondeur de champ.

Les études récentes ont révélé que des discordances significatives de résultats entre les différents investigateurs et le déplacement antérieur ne seraient en moyenne que de 0,20 à 0,60 mm. Oliver Findl a même décrit un déplacement postérieur de 0,150 mm de l'optique de l'AT 45. Dans notre expérience, la mesure par la caméra Scheimplflug du Pentacam du déplacement de l'implant après accommodation forcée sous Pilo 2 % nous a montré un *shift* antérieur moyen de 561 microns alors qu'il n'était que de 33 microns avec un implant standard (Tab. 2).

Dans un cas, nous avons pu observer que la flexibilité des haptiques et la contraction capsulaire ont pu entraîner un tilt de l'implant, responsable d'un aspect en Z avec astigmatisme interne responsable d'une mauvaise qualité de vision. Une capsulotomie au laser YAG a permis un repositionnement de l'implant Crystalens AO™ et une amélioration des performances visuelles de loin et de près.

Selon la puissance de l'implant, le gain d'amplitude accommodative subjective varie de 1,2 D à 2,4 D (contre 0,4 à 1 D pour un implant conventionnel, lié essentiellement à l'aberration sphérique). Cet effet est plus marqué pour les implants de forte puissance +30 D que pour les implants de +10 D où il demeure réduit.

En 2005, Howard Fine faisait état d'une totale indépendance de lunette chez 73 % de 130 patients.

S. Slade, se basant sur les recueils de données des opérateurs, fait état de 88 % de patients lisant Jaeger 3 ou mieux en monoculaire à un an, 92 % à 3 ans et 98 % lorsque l'implant a été placé dans les deux yeux (Fig. 21).

INDICATIONS

Concernant maintenant la place de ce type d'implant accommodatif dans la correction de la presbytie, on ne peut s'empêcher de vouloir le comparer à son concurrent direct qui est l'implant multifocal. **L'introduction des implants multifocaux réfractifs et diffractifs a été bien accueillie par les ophtalmologistes mais leurs effets indésirables (halos, éblouissement, réduction de la sensibilité aux contrastes) ont limité leur diffusion.**

On retrouve différentes études sur

ce sujet, notamment celle de C. Mesci en 2009 qui compare les résultats en termes d'acuité visuelle et de sensibilité aux contrastes d'un implant accommodatif, d'un implant multifocal réfractif et d'un implant multifocal diffractif. Les résultats laissent l'avantage de l'implant accommodatif sur l'implant multifocal réfractif pour la qualité de vision lors de la sensibilité aux contrastes.

Les implants accommodatifs vont éviter certains effets parasites des implants multifocaux mais peuvent parfois nécessiter l'utilisation de lunettes d'appoint pour la lecture fine sous faible éclairage. Les implants accommodatifs sont indiqués pour leur excellente vision intermédiaire chez les jeunes actifs utilisant beaucoup l'ordinateur, chez les musiciens qui lisent leur partition à 80 cm, chez les patients faiblement compliants aux phénomènes photiques, aux halos et à l'éblouissement.

De nombreux facteurs pré- et postopératoires contribuent aux bons résultats tels que : une implantation de Crystalens AO™ bilatérale, un astigmatisme cornéen inférieur à 1 D, l'absence de syndrome sec, l'absence de pathologie maculaire, un calcul de puissance de l'implant par interférométrie laser, un parfait centrage du capsulorhexis de 5,5 mm de diamètre, une excellente transparence du sac capsulaire cristallinien, une bonne neuroadaptation du patient.

Certains chirurgiens préfèrent les

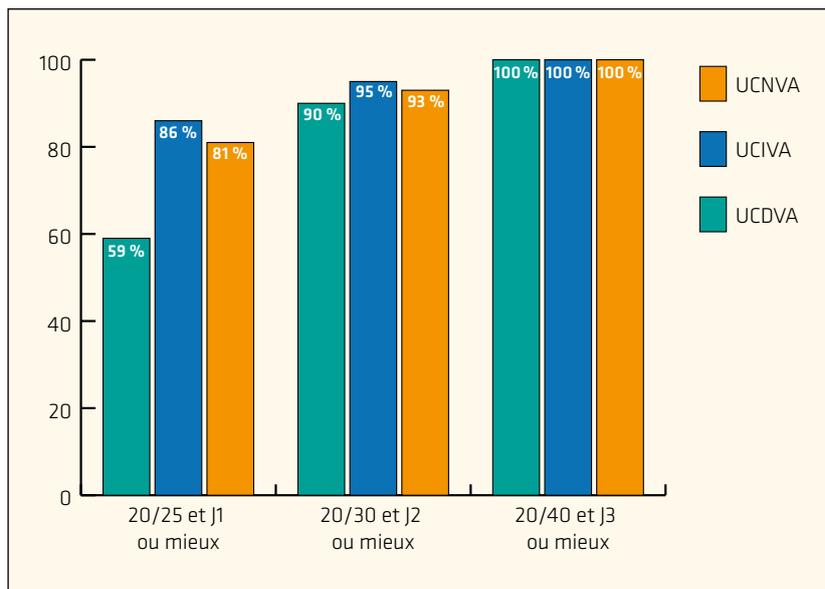


Figure 21 – UCVA binoculaire, 3 mois après l'opération (n = 32).

implants accommodatifs aux implants multifocaux pour obtenir une excellente qualité de vision de loin et intermédiaire en limitant les phénomènes de halos et d'éblouissement nocturnes.

En dernier lieu, les indications devront tenir compte du facteur économique représenté par le coût de ces implants accommodatifs qui entrent dans la catégorie "premium" dont une partie importante reste à la charge du patient. En effet depuis le 8 juin 2010, la CNAM a avalisé la facturation partielle de l'implant accommodatif à l'assuré sur la base de l'article R 162-32-2.

CONCLUSION

Les implants accommodatifs ont déjà beaucoup évolué depuis leur introduction sur le marché de la

correction chirurgicale de la presbytie. Ils permettent aux ophtalmologistes de proposer lors de la chirurgie du cristallin une nouvelle méthode de correction de la presbytie. Les nouvelles versions des implants accommodatifs offrent une meilleure qualité de vision de loin, intermédiaire et de près que leurs prédécesseurs.

Cette procédure chirurgicale est attractive pour les patients atteints de cataracte ou pour les hypermétropes de plus de soixante ans ne pouvant pas être opérés par presbylasik.

Pour le challenge que représente la correction chirurgicale de la presbytie, la connaissance des implants accommodatifs associée à une sélection des patients et une technique opératoire parfaite conduisent au succès. ■

► POUR EN SAVOIR PLUS

- Marchini G, Pedrotti E, Modesti M et al. Anterior segment changes during accommodation in eyes with a monofocal intraocular lens : High frequency ultrasound study. J Cataract Refract Surg 2008 ; 34 : 949-56.
- Pepose JS, Qasi MA, Davies J et al. Visual performance of patients with bilateral vs combination crystalens, reZoom and Restor intraocular lens implants. Am J Ophthalmol 2007 ; 144 : 347-57.
- Findl O, Leydolt C. Meta-analysis of accommodating intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2008 ; 33 : 522-7.
- Cumming S, Colvard DM, Dell SJ et al. Clinical evaluation of the Crysta-

- lens AT45 accommodating intraocular lens: results of the FDA clinical trial. J Cataract Refract Surg 2006 ; 32 : 812-25.
- Fine IH, Hoffman RS. Customized IOL choice. Eyeworld asia-pacific 2005 ; 11: 34.
- 6. Burrato, L. Meglio G. Accomodative intraocular lens: short term visual results of two differents lens types. Eur J ophthalmology 2006 ; 16 : 33-9.
- 7. Mesci C, Erbil H, Ozdoker L et al. Visual acuity and contrast sensitivity fonction after accomadative and multifical IOL. Eur J Ophthalmol 2009 ; 20 : 23-5.



5 Qualité de vision subjective et objective

Choix de la méthode en 2012...

Dr Michaël Assouline, Paris

QUALITÉ DE VISION APRÈS CHIRURGIE DE LA PRESBYTIE

ANALYSE SUBJECTIVE DU SUJET

La qualité de vision fait largement référence à l'expérience visuelle subjective du sujet qui combine l'effet :

- des propriétés optiques de l'œil ;
- de la capacité sensorielle rétinienne ;
- de l'intégration du message visuel par les voies optiques et le cortex occipital ;
- de la réponse corticale complexe (cognitive, posturale, vestibulaire, motrice ou émotionnelle) à ce message visuel pour conditionner l'efficacité pratique des fonctions visuelles ;
- pouvoir séparateur de l'œil ;
- sensibilité au contraste spatial ;
- amplitude accommodative ;
- aptitudes visuelles spécifiques ;
- absence d'effets visuels indésirables.

APPROCHE OBJECTIVE

Des progrès importants ont été observés pour l'analyse de la qualité de vision, au travers de l'analyse objective de la qualité optique de l'œil et de la mesure objective de l'amplitude accommodative par l'aberrométrie dynamique ou dual-pass Oqas.

Si la résolution spatiale (pouvoir séparateur de l'œil ou PSO) est correctement appréciée par la

mesure de l'acuité, sa résolution temporelle (discrimination des images en mouvements ou en séquences rapides), radiométrique (nuances de gris) et spectrale (couleurs) sont encore peu étudiées en clinique.

La **qualité optique de l'œil** bénéficie à présent d'une évaluation rigoureuse par la mesure des aberrations optiques d'ordre inférieure et supérieur (HOA), de la fonction de dispersion d'un point (PSF), de l'asphéricité cornéenne (Q) et l'Aberration sphérique (Z400) du front d'onde.

Ces méthodes permettent de déterminer les fonctions de transfert de modulation (MTF), exprimant objectivement la capacité optique de l'œil à transmettre le contraste des objets, une mesure plus efficace que la simple mesure de la sensibilité au contraste (CSF) subjective.

L'**amplitude "accommodative"** monoculaire et binoculaire, est déterminée en clinique par les courbes de défocalisation (CDF) subjective ou objective (Oqas).

La **polarimétrie** permet de quantifier enfin les problèmes de dégradation de la transparence des milieux (cataracte, interface lasik) et d'évaluer la dispersion antérograde de la lumière responsable,

entre autres, de la perception des halos lumineux.

Quelques particularités de l'**optique physiologique** permettent de mieux comprendre l'impact des méthodes de chirurgie de la presbytie :

- l'effet de **Stiles-Crawford** (ESC), participation de tous les rayons passant par la pupille d'entrée à l'image fovéolaire, explique les phénomènes de défocalisation associés à la multifocalité. Il en découle directement un principe de sélection des patients candidats à une chirurgie multifocale : la pupille mésopique doit être suffisamment large... ;
- l'effet de **Mandelbaum** (MDB), désorientation spatiale en l'absence de stimulus accommodatif contrasté, ainsi que l'effet de **Campbell** (CPB), expliquant la réduction de "l'acuité angulaire" en cas de décentrement de la pupille d'entrée effective, soulignent le risque visuel associé aux partitions multifocales ou sténopéique de la pupille d'entrée ;
- l'**acuité dynamique** (sur cible mobile ou avec observateur en mouvement) est la mieux corrélée à la performance visuelle réelle. L'acuité dynamique est réduite par le myosis et l'effet sténopéique.

L'optique adaptative (Fig. 1) utilise une aberrométrie en temps réel



Tableau 1 – Analyse de la qualité de vision.

Plainte subjective	Description	Analyse subjective	Analyse Objective
Acuité limitée de loin	Vision floue, vision brouillée, difficulté à voir la signalétique routière, les plaques de rue, les sous-titres au cinéma	réfraction	réfractométrie
		Trou sténopéique	Oqas, polarimétrie
		essai lentilles rigide	topographie cornéenne
		skiascopie, reflet pupillaire	aberrométrie
Acuité limitée de près	Latence de refocalisation, nécessité d'éloigner l'objet en vision de près, ou d'augmenter la puissance des verres de près	courbe de défocalisation subjective	Oqas
			I-trace
			Zywave
Vision double	Double image en binoculaire : taille des images différente pour les deux yeux	test de Ayache	réfraction
	Diplopie binoculaire: deux images décalées, le décalage augmente dans une direction du regard, et disparaît en monoculaire	test au verre rouge	bilan orthoptique, Lancaster, Hees-Lee
	Double contour, double image, polyopie, image fantôme en monoculaire, deux ou plusieurs images décalées de façon stable	skiascopie, reflet pupillaire	topographie cornéenne aberrométrie
Fluctuations diurnes	La vision est instable et change selon le moment de la journée, les conditions de lumière	acuité photopique, mésopique et scotopique	aberrométrie
Halos	Halos "diffus": auréole lumineuse mal limitée autour des lumières, surtout la nuit, impression de vision à travers une vitre "givrée"	test de la bougie de Dublineau	aberrométrie
	Halos "précis": anneau lumineux bien limité autour des sources lumineuses	test de la bougie de Dublineau	ray tracing
Eblouissement	Perte d'acuité sous intensité lumineuse forte	glare-test, C-Quant straylight meter	polarimétrie
Photophobie	Gêne, douleur, larmolement, blépharospasme lors de l'exposition à la lumière		fluoroscopie, examen biomicroscopique
Trainée en queue de comète	Le contour des images et des optotype n'est pas net, l'image "bave" dans une direction	l'image d'une diode "bave" dans une direction	aberrométrie
Vision de nuit ou dans l'obscurité limitée		acuité scotopique, sensibilité au contraste	aberrométrie
			polarimétrie
Vision qui danse ou qui saute	Image <i>swim</i> : perception erronée d'une accélération d'un objet statique lors de la latéralisation du regard		frontofocométrie <i>wavefront</i>
	Image <i>jump</i> : changement de taille et de position d'image		fontofocométrie
	Les lettres "sautent ou dansent" à la lecture des mots	grille d'Amsler	OCT spectral, microcampimétrie
Dysphotopsie positive (ou négative)	Croissant lumineux (ou sombre) en temporal inférieur	majoration lors d'un éclaircissement latéral oblique (35Å°)	ray tracing
Pupille "miroir"	Reflet dans l'aire pupillaire perçu par les proches	biomicroscopie	ray tracing
Asthénopie	Fatigue visuelle, prurit palpébral vespéral, chalazion, myoclonies des paupière, céphalées susorbitaires vespérales,	cycloplégie, bilan orthoptique	Oqas



Anomalie constatée	Cause
amétropie	réfraction résiduelle postopératoire, monovision
amélioration visuelle par le trou sténopéique, OSI élevé	amétropie, astigmatisme irrégulier, perte de la transparence des milieux
astigmatisme irrégulier ? (SAI, SRI, PVA)	asphéricité excessive, kératocône, ectasie, décentrement ablatif, cicatrice...
HOA élevée > 1 um, déformation de la fonction de dispersion d'un point avec perte d'amplitude lumineuse	
courbe de défocalisation objective, polarimétrie	Perte d'accommodation, presbytie, hypermétropie résiduelle, opacité sous-capsulaire postérieure
aberrométrie dynamique	
courbe réfraction/pupille	
anisométrie, anisophorie	différence de grandissement lorsque la correction n'est pas au vertex
parésie oculomotrice	perte de la fusion ou de l'union binoculaire
astigmatisme irrégulier ? (SAI, SRI, PVA)	warping, irrégularité de la surface cornéenne, irrégularité de la transparence cristallinienne
front d'onde multifocal	
aberration sphérique	aberration sphérique: petite zone optique effective, inadéquation de la taille de la pupille mésopique avec la taille de la zone optique, modulation excessive du facteur Q (asphéricité) cornéen dans la chirurgie de la presbytie
décomposition de la FDP 2D en anneaux concentriques, étalement et perte d'amplitude de la FDP 3D	
double focalisation	implants bifocaux, anneaux ou lentilles intracornéens, effet de bord des implants intraoculaires de taille d'optique inférieure à la pupille d'entrée mésopique,
OSI élevé	perte de transparence milieux, cataracte, opacité stromale, invasion épithéliale
kératite, uvéite	sécheresse post-lasik, invasion épithéliale, fonte stromale antérieur post-lenticule intrastromal, inflammation postopératoire, <i>Transient Light sensitivity syndrome</i> post-laser femtoseconde, kératite lamellaire diffuse post-lasik
coma	décentrement d'une photoablation, d'un implant, d'une lentille, ectasie cornéenne, kératocône
perte sélective, fréquences spatiales, aberration sphérique, coma, autres aberrations d'ordre supérieur	kératocône, ectasie, décentrement ablatif, cicatrice...
OSI élevé	perte de transparence des milieux
effet prismatique périphérique, astigmatisme périphérique	défaut d'orthoscopie du verre progressif
discontinuité optique	verre bifocal
métamorphopsie, scotome	maculopathie
focalisation des rayons internes réfléchis	réflexion interne des rayons lumineux réfléchis par la rétine sur les bords de l'implant intraoculaire, favorisé par un index réfractif élevé, une courbure antérieure plate, un placement postérieur de l'optique
réflectivité de la surface antérieure de l'implant intraoculaire	index réfractif élevé du matériau de l'implant intraoculaire, courbure antérieure insuffisante de l'optique
courbe défocalisation, anisophorie	hypermétropie ou astigmatisme résiduel non corrigé, monovision, non correction de la vision intermédiaire

pour moduler la surface d'un miroir déformable permettant de corriger "à la demande" les aberrations optiques d'ordre inférieur et supérieur. Cette approche encore peu répandue ouvre la voie d'une compréhension plus approfondie du rôle des aberrations d'ordre supérieur sur la qualité de vision et sur la profondeur de champ. Cette méthode pourrait permettre de moduler les aberrations optiques à un niveau optimal pour chaque individu.

L'étude des effets visuels indésirables (éblouissement, halos, diplopie, vision nocturne) bénéficie de ces approches objectives.

Le principe de l'analyse de la qualité de vision est résumé dans le **tableau 1**.

Enfin, les méthodes très innovantes **d'apprentissage perceptif** ouvrent des perspectives nouvelles d'investigation et d'amélioration de la vision cognitive.

En chirurgie de la presbytie, la vision cérébrale est confrontée à des problèmes de rivalité binoculaire

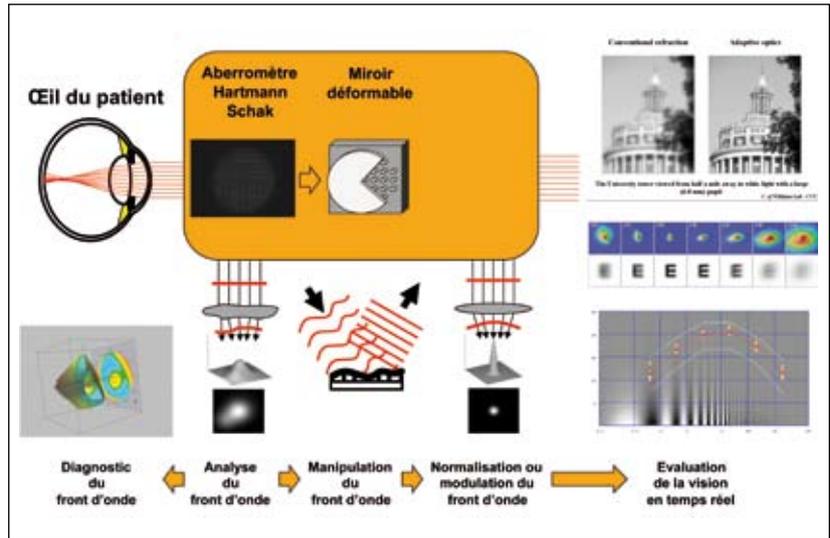


Figure 1 - Optique adaptative.

(monovision) ou intraoculaire (multifocalité), susceptibles d'être surmontés par l'entraînement neuro-adaptatif (apprentissage perceptif).

Le patch de Gabor est une figure élémentaire de réseau sinusoïdal de contraste spécifique capable d'activer efficacement les champs récepteurs corticaux visuels dont elle reproduit la topographie.

La technique de stimulation par

masquage latéral consiste à présenter l'image de Gabor cible, flanquée de 2 images de Gabor alignées latéralement. On présente au patient de façon randomisée et brève 2 images d'écran, dont l'une ne contient pas la cible. La patient identifie quel écran contient l'image de Gabor cible. Un retour audio permet de corriger les erreurs. Cette tâche visuelle est répétée jusqu'à l'obtention d'un niveau de résolution correspondant au seuil visuel du patient. ■

LES INDICATIONS EN 2012 : ARBRE DÉCISIONNEL

La diversité des méthodes de chirurgie de la presbytie nécessite plus que jamais d'optimiser le choix de la technique en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque pa-

tient, et d'encadrer ses attentes en accord avec les résultats habituels attendus.

La **figure 2** schématise notre appréciation personnelle des indica-

tions actuelles en chirurgie de la presbytie.

Ces notions sont abordées en détail dans les chapitres 23 et 9 du rapport SFO 2012. ■

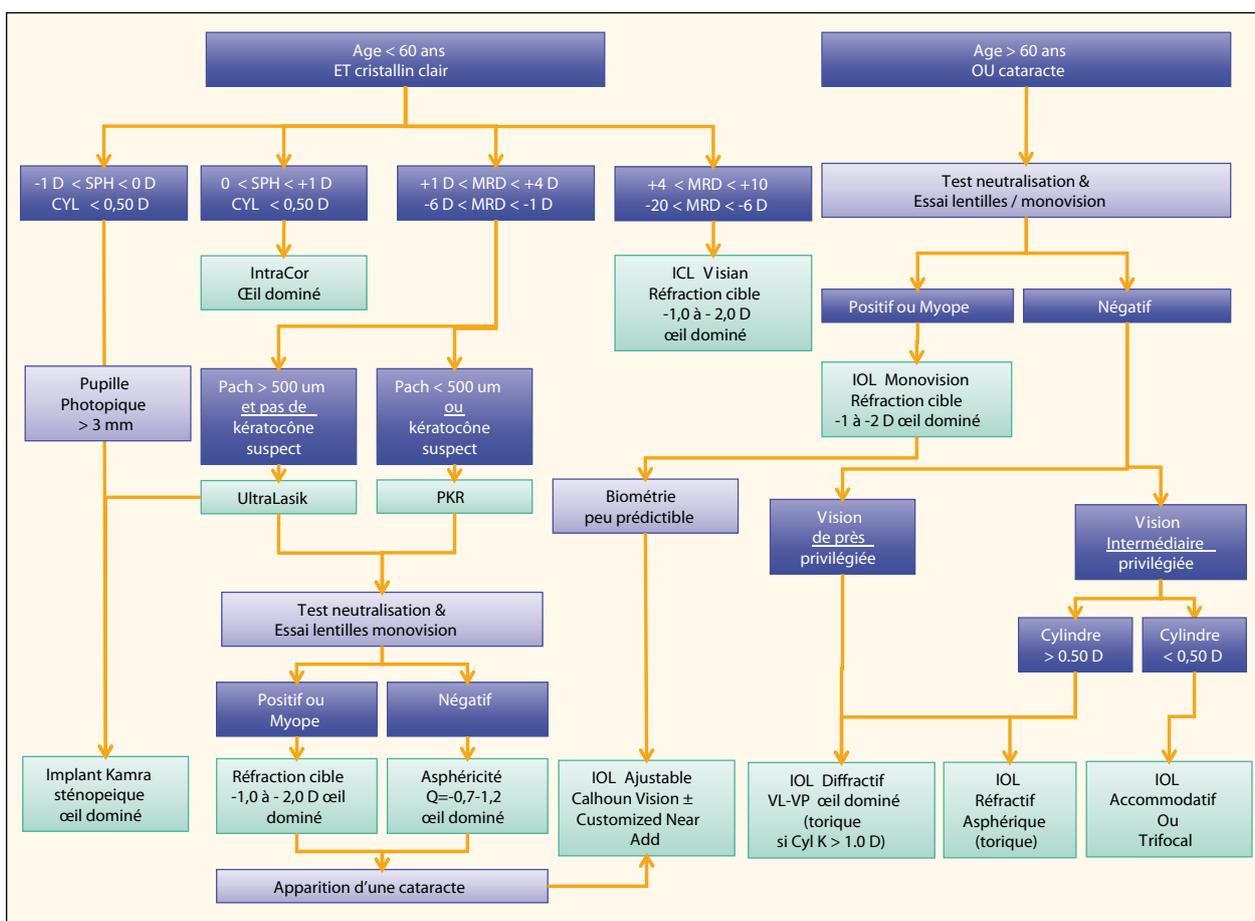


Figure 2 - Indications actuelles en chirurgie de la presbytie.