



2012 : La multifocalité C2 intègre de nouveaux progrès

Véronique Barbat

Pour la conception, le développement, l'évaluation, la validation et la production de la lentille silicone-hydrogel C2 Multifocal, Precilens s'est entouré de nombreux partenaires [1]. Qu'il s'agisse de nanotechnologies, d'optique adaptative ou encore de l'étude européenne comparative prospective multicentrique [2], chercheurs, industriels, ophtalmologistes et universitaires ont leurs compétences. Leur but : optimiser la satisfaction visuelle des porteurs (contrôle des aberrations optiques d'ordre supérieur et du centrage, essentiel pour les lentilles multifocales...), le confort et la tolérance physiologique de l'équipement.

Dans le cadre d'un symposium organisé par Precilens à la SFO 2012, les Drs Christine Brodaty, Catherine Peyre et Louissette Bloise sont intervenues pour rappeler les phénomènes optiques qui conditionnent la qualité d'une image et de la vision et montrer comment ils ont été appliqués à la C2 Multifocal.

La planète compte à ce jour 1 milliard 263 millions de presbytes, l'Europe 206 millions et la France 27 millions. Ces chiffres sont amenés à augmenter...

Petit tour du monde... focalisé sur la France

Selon l'étude internationale annuelle des habitudes de prescription en contactologie, publiée par Philip B. Morgan *et al.* dans *Contact Lens Spectrum* de janvier 2012 [3] et menée dans 29 pays, 13 % des 22362 adaptations réalisées concernent des presbytes, équipés, pour 90 % d'entre eux, en lentilles souples.

Dans ce groupe, la percée de la multifocalité est importante ; en France, 80 % des porteurs presbytes utilisent des lentilles multifocales mais seulement 3 % la monovision (contre respectivement 54 % et 12 % dans le monde).

En lentilles multifocales, seuls 11 des 29 pays utilisent des matériaux rigides, au premier rang desquels les Pays-Bas ; en revanche, 25 d'entre eux recourent aux matériaux souples. Ces derniers comptent pour 26 % des prescriptions en France, mais 11 % dans le monde.

Les silicone-hydrogels marquent une forte poussée, surtout en France, qui détient la moitié du marché européen des lentilles multifocales.

Si les demandes d'adaptation pour raison esthétique restent prépondérantes, le confort et l'aspect pratique au quotidien interviennent également.

Lentilles multifocales : informer pour mieux équiper

Avant l'âge de la presbytie, la majorité des porteurs de lentilles sont des myopes ; une fois la presbytie installée, ce sont pour la plupart des hypermétropes.

Nous avons à disposition de plus en plus d'excellents pro-

duits ; grâce aux matériaux silicone-hydrogel, à la maîtrise de l'hydratation et du confort, tous les presbytes peuvent aujourd'hui être équipés. Les contactologues les plus expérimentés obtiennent 90 % de succès avec une méthode à la fois fiable et réversible. Pourtant, il semble que les lentilles n'occupent pas la place qu'elles mériteraient. L'attrance pour la chirurgie réfractive l'explique en partie, mais cette option n'est pas dénuée d'inconvénients [4]. La méconnaissance des lentilles multifocales intervient également. En effet, si la moitié des presbytes français ignore leur existence, un sur deux se déclare prêt à les essayer, une fois informé.

Qualité de l'image et aberrations optiques : quelques rappels

La qualité d'une image et de la vision dépend d'un ensemble de phénomènes optiques qui peuvent, pour certains, être corrigés ou modulés.

- Lorsqu'ils traversent des milieux dont la transparence est imparfaite, les rayons lumineux subissent une dispersion aléatoire dans l'espace : c'est la diffusion. Schématiquement, elle se manifeste au niveau du cristallin pour 50 %, de la cornée pour 25 % et de la rétine pour 25 %. La cataracte augmente la diffusion de la lumière.
- La diffraction réalise une déviation des rayons lumineux lorsqu'ils traversent une ouverture (fente, orifice) : plus celle-ci est réduite, plus la tache de diffraction est importante. Le myosis lié à l'âge en est l'exemple.
- Du fait de variations d'indice d'une surface ou d'un matériau, les aberrations optiques (AO) chromatiques se traduisent par une dispersion de la couleur (décomposition de la lumière blanche en différentes longueurs d'onde).
- Les aberrations géométriques d'ordre inférieur (2^e degré)

sont les amétropies, sphériques et cylindriques. Mais ni l'examen de la réfraction ni l'acuité visuelle ne renseignent sur la qualité de vision.

- Les AO d'ordre supérieur (ex. : coma de 3^e degré, aberration sphérique de 4^e degré...) sont liées aux géométries et aux topographies de surface des dioptries. Il est possible d'intervenir à ce niveau pour gérer la multifocalité.

Les aberrations optiques sont spécifiques de l'individu

Leur amplitude et leur distribution varient avec la réfraction (amétropies), l'âge, la qualité du film lacrymal et le diamètre pupillaire. En analysant le front d'onde, différents types d'aberrations peuvent les quantifier. Le RMS (*Root Mean Square*) renseigne sur les aberrations oculaires totales, qui s'élèvent en général à 0,4 μm pour une pupille de 6 mm. Il s'agit de la somme des aberrations cornéennes et des aberrations internes (générées par la face postérieure de la cornée et le cristallin).

Le front d'onde peut être décomposé en différents polynômes de Zernike (*figure 1*) ; trefoil et coma sont des aberrations d'ordre impair. D'ordre pair, l'aberration sphérique (AS) traduit une différence de puissance entre le centre et la périphérie d'un dioptrie (asphéricité). Chez un sujet sain non opéré, elle est positive, c'est-à-dire que les rayons périphériques convergent en avant des rayons centraux, et de l'ordre de +0,15 à +0,20 μm .

L'AS augmente chez l'hypermétrope et aussi chez le myope avec la puissance de sa correction. Alors que le cristallin jeune génère une AS négative, qui compense l'AS cornéenne positive, le cristallin vieillissant génère des AS positives qui s'ajoutent à celles de la cornée pour augmenter les RMS globaux. Toutefois le myosis lié à l'âge peut compenser ces AS.

La cornée antérieure assure les deux tiers du pouvoir réfractif de l'œil, d'où son importance en termes d'aberrations. Les cartes d'élevation des topographes peuvent elles aussi mesurer les AO cornéennes.

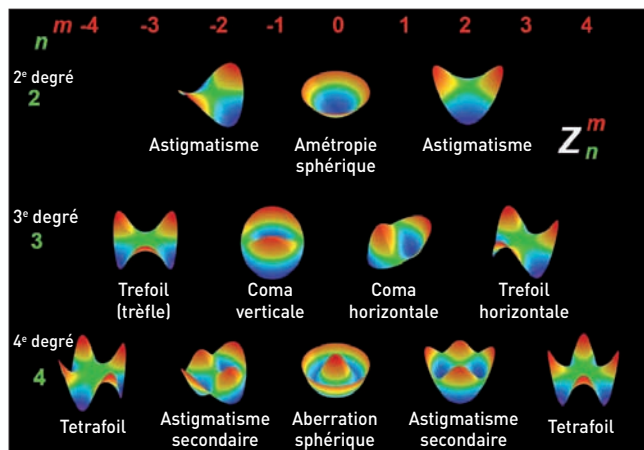


Figure 1. Représentation des aberrations optiques de l'œil.

La profondeur de champ, notion clé

Chez le sujet jeune, la profondeur de champ est assurée de façon active par l'accommodation. Déclenchée par le flou rétinien, elle associe : augmentation de la puissance du cristallin, convergence et myosis. La perte d'accommodation liée à la presbytie réduit la profondeur de champ qu'il faut donc restituer, cette fois de façon passive ; il est possible de créer une pseudo-accommodation en utilisant les AO, notamment l'AS (les profils optiques hyperprolates augmentent la profondeur de champ). Induire une multifocalité suppose donc de bien connaître la dynamique pupillaire et les AO d'ordre élevé.

En contactologie comme en chirurgie, cornéenne ou cristallinienne, les techniques qui compensent la presbytie en instaurant une bi- ou une multifocalité parviennent à restaurer la vision de près (VP). Cependant, elles réduisent plus ou moins l'acuité en vision de loin (VL) et la sensibilité au contraste, ce dont il faut informer les porteurs. Toutes les géométries de lentilles multifocales n'induisent pas le même taux d'aberrations d'ordre élevé [5].

Applications à la C2 Multifocal

Des études jalonnant le développement de la C2 Multifocal ont utilisé un simulateur de vision à optique adaptative, le crx1TM (Imagine Eye) [6,7]. Cet appareil permet de mesurer l'effet d'AO sur les performances visuelles, la profondeur de champ ou l'acuité visuelle.

Ainsi ont été confirmés :

- l'effet positif du design progressif sur la profondeur de champ,
- l'avantage de la VP centrale pour préserver la VL dans toutes les conditions,
- l'intérêt des zones de vision stabilisée (absence de gradient permanent des surfaces progressives) en VP et VL sur la profondeur de champ et la qualité de la VL de jour comme de nuit,
- le rôle du dosage maîtrisé de la zone progressive pour préserver l'acuité.

Nanotechnologies à l'appui

Le lancer de rayons (*ray tracing*) est une méthode de simulation de la propagation d'ondes en 3D dont le champ d'applications est large. Dans le domaine qui nous intéresse, il s'agit d'une technique de synthèse d'images capable de simuler des phénomènes optiques tels que la réflexion ou la réfraction. Le logiciel de *ray tracing* utilisé pour concevoir la C2 Multifocal a permis :

- de créer une lentille virtuelle afin de simuler tous les résultats optiques possibles,
- d'en définir très précisément, point par point, les surfaces externe et interne (nanotechnologie),
- et d'explorer les aberrations.

(*) crx1TM, Adaptive Optics Visual Simulator : simule les effets des corrections chirurgicales ou optiques de manière non invasive et réversible.



La C2 Multifocal (rayon : 8,60 mm ; diamètre : 14,20 mm) associe une zone stabilisée centrale pour la VP, une zone progressive destinée à la vision intermédiaire (VI) et une zone stabilisée périphérique pour la VL (figure 2). Elle existe de +6 à -8 D avec deux profils d'addition : « Low » (+1,75 D ou moins) et « High » (supérieur à 1,75 D). Sa face postérieure est sphéro-asphérique et sa face antérieure totalement asphérique.

Le *wetting process* est conçu pour assurer la mouillabilité de la lentille sans utiliser de traitement de surface ou intégrer d'agent de lubrification. Avec un Dk/e de 86, la transmission d'oxygène atteint 96 % au centre de la cornée par rapport à un œil nu. La C2 Multifocal possède des bords profilés (« Bords Confort Plus » : BCP™), une hydrophilie de 58 %, un coefficient de friction de 0,22 et un module d'élasticité de 0,5 Mpa.

Pour la pratique, le protocole d'adaptation est le suivant

Pour choisir la première lentille, il suffit de :

- rajouter +0,50 à la réfraction sphérique en VL (maximum convexe) en tenant compte de la distance verre-œil ;
- rechercher l'œil préférentiel, étape essentielle : sur cette correction VL sphérique pure maximale convexe, passer alternativement devant les deux yeux un verre de +0,75. L'œil le plus gêné de loin dans cette situation est noté préférentiel en VL ;
- calculer l'addition minimale en présentant au patient (qui porte toujours la réfraction VL sphérique pure en binoculaire) un test de lecture à 40 cm. Ajouter +0,25 autant de fois que nécessaire pour qu'il puisse déchiffrer P2. La somme des +0,25 ainsi ajoutés correspond à l'addition minimale. L'addition de près du presbyte est obtenue en ajoutant +1 D (réserve accommodative) à l'addition minimale ;
- contrôler le centrage de la lentille, sa mobilité et la vision en binoculaire, de loin comme de près ;
- optimiser la VL si nécessaire. Si le patient porte le profil

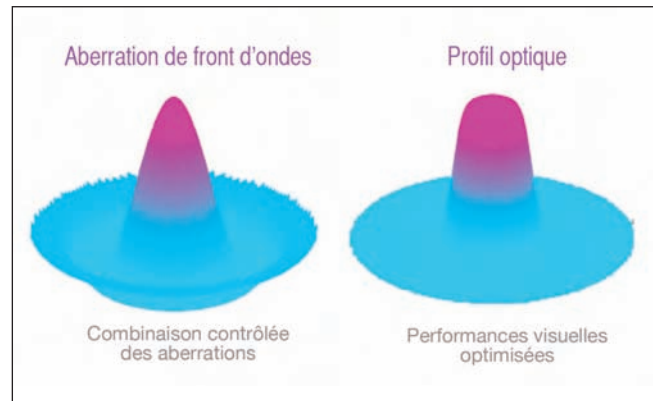


Figure 2. Design de la C2 Multifocal.

Low, ajouter -0,25/-0,50 devant l'œil préféré de loin ou les deux yeux. S'il est équipé en High, ajouter -0,25/-0,50 en VL sur l'œil préféré de loin et, si c'est insuffisant, passer en addition Low sur ce même œil, en s'assurant que la VP reste stable ;

- à l'inverse, optimiser la VP si nécessaire. Si la VL est satisfaisante et que le patient porte deux profils Low, ajouter dans un premier temps +0,25/+0,50 sur l'œil de près en contrôlant la VL. Si cela ne suffit pas, équiper ce même œil d'une addition High en contrôlant la VL. En présence de deux profils High, ajouter +0,25/+0,50 sur l'œil de près ou les deux yeux.

Pour conclure sur la C2 Multifocal, les oratrices évoquent une lentille « simple », « facile », « universelle » ou encore « polyvalente », performante de loin et de près, qui ne peut qu'inciter les ophtalmologistes non encore adaptateurs de lentilles à débiter en contactologie.

À travers quatre cas cliniques, elles ont montré des exemples de lentilles multifocales délaissées au profit de la C2 Multifocal.

Références

1. La C2 Multifocal des origines à nos jours. Les Cahiers d'Ophthalmologie n°161, Juin-Juillet 2012, p.57.
2. Résultats de l'étude comparative européenne C2 Multifocal. Les Cahiers d'Ophthalmologie n°160, Mai 2012, tiré à part.
3. <http://www.clspectrum.com/articleviewer.aspx?articleID=106551>
4. Cochener B *et al.* Presbytie. Rapport SFO 2012. Masson 2012.
5. Peyre C, Fumery L, Gatinel D. Comparison of high-order optical aberrations induced by different multifocal contact lens geometries. J Fr Ophtalmol. 2005 28(6):599-604.
6. Rocha KM, Vabre N, Chateau N, Krueger RR. Expanding depth of focus by modifying higher-order aberrations induced by an adaptive optics visual simulator. J Cataract Refract Surg. 2009;35(11):1885-92.
7. Bénard Y, López-Gil N, Legras R. Subjective depth of field in presence of 4th-order and 6th-order Zernike spherical aberration using adaptive optics technology. J Cataract Refract Surg. 2010;36(12): 2129-38.