

ESCRS : profondeur de champ étendue

24 septembre 2018 à Vienne (Autriche)

La profondeur de champ étendue (Extended Depth Of Focus, EDOF) est un concept optique rassemblant diverses solutions technologiques ayant toutes pour objectif de diminuer la dépendance aux lunettes du patient après une chirurgie. Ce concept est depuis quelques années soutenu par les innovations de l'industrie, particulièrement dans le domaine des implants intraoculaires, dans le but de compenser la perte d'accommodation (notion de compromis toujours valable) tout en limitant les effets indésirables parfois rencontrés en multifocalité.

Le symposium dédié à la profondeur de champ étendue qui s'est tenu lors du congrès de l'ESCRS à Vienne s'est intéressé à ce concept sous différents angles.

Principes optiques

Le Pr Béatrice Cochener (CHU de Brest) a d'abord rappelé les limites des implants multifocaux (diffractifs ou réfractifs) ayant conduit les fabricants à développer les dispositifs à profondeur de champ étendue :

- division de la lumière en plusieurs plans focaux (distribution discrète) réduisant la sensibilité aux contrastes et la qualité de vision ;
- induction de phénomènes photiques (halos, scintillements) ;
- intolérance à l'imprécision réfractive et au décentrement. L'extension de la profondeur de champ se propose de n'exploiter qu'une seule zone focale image continue (plutôt que de créer 2 ou 3 plans focaux image), mais en élargissant la zone de netteté autour du plan focal emmétropisant (en pratique jusqu'à 1 mm en avant du plan emmétropisant pour répondre aux besoins de la vision intermédiaire [VI] et de la vision de près [VP]).

On comprend dès lors que ce principe de distribution de la

lumière (distribution continue) permet d'offrir un profil de defocus plus « lisse » de la vision de loin (VL) à la VP que pour des implants bi- ou trifocaux, optimisant ainsi la VI. Néanmoins son efficacité diminue à mesure que l'on s'éloigne du plan emmétropisant (VP monoculaire moins efficace qu'en multifocalité).

Trois concepts optiques rendent compte aujourd'hui des divers implants à profondeur de champ disponibles :

- l'extension de la zone focale (TecnisSymfony, J&J ; AT-Lara, Zeiss) ;
- la modulation d'asphéricité (MiniWell, SIFI ; InFo, SAV-IOL) ;
- le trou sténopéique (IC-8, AcuFocus).

Les mécanismes d'action employés peuvent associer diffraction, réfraction, aberration sphérique (AS) et/ou chromatique, et sténopé. Chaque implant à profondeur de champ est caractérisé dans son optique par la modalité technique utilisée (parfois plusieurs), le diamètre laissé à chaque zone, la manière de traiter les zones de transition, l'amplitude de la puissance additionnelle ou de l'AS, etc.

Comme l'a expliqué le Pr Stefan Pieh (Autriche), certains implants (AT Lara notamment) se situent ainsi à la frontière

entre multifocalité et profondeur de champ étendue dans leur manière de distribuer la lumière sur la totalité de la zone focale d'intérêt. Néanmoins, le même compromis lié à la perte d'énergie en chaque point focal (courbe de defocus) est à considérer dans les 2 concepts optiques pour une même quantité d'énergie lumineuse entrante.

Le principe de profondeur de champ étendue semble cependant offrir des avantages non négligeables par comparaison avec les implants multifocaux :

- une plus grande tolérance de la VL à l'imprécision réfractive (sphérique et cylindrique), ce qui tend à faciliter leur utilisation dans les calculs d'implant délicats (chirurgie réfractive cornéenne préalable, longueurs axiales extrêmes) ;
- une plus grande préservation de la sensibilité aux contrastes (patients âgés, rétine fragile) ;
- moins de phénomènes photiques.

Une nouvelle famille d'implants à profondeur de champ représentée par l'implant Xact Mono-EDOF de Santen devrait, selon le Pr Gerd Auffarth (Allemagne), faire des émules puisqu'il se place entre le concept monofocal et la profondeur de champ étendue et pourrait peut-être même

prétendre à remplacer les implants monofocaux. Cet implant monobloc en acrylique hydrophobe est en effet caractérisé par une profondeur de champ étendue pour la VI, sans puissance additionnelle pour la VP. Il pourrait donc octroyer une plus grande indépendance aux lunettes pour la VI « sociale » (ordinateur, repas, cuisine) sans pâtir des contre-indications des implants multifocaux liées à leur réduction des contrastes, ni induire de dysphotopies.

Au total, il existe différents profils de distribution de la lumière entrante (courbe de defocus) selon l'implant EDOF ou multifocal considéré. Cela explique le fait que chaque implant est plus ou moins performant selon la distance de vision analysée et s'accompagne d'une perte de contrastes variable. Il est par conséquent important d'envisager une bonne congruence entre les performances optiques d'un implant et les besoins du patient lors de la sélection de l'implant premium. Autrement dit, il peut être préférable de travailler avec plusieurs implants premiums.

Profondeur de champ et monovision

Le Pr Ehud Assia (Israël) a rappelé que la diversification des implants premiums multifocaux et EDOF ne rendait pas obsolète le concept de monovision (de -1 à -1,75 D) chez les patients éligibles. La monovision demeure un très bon moyen d'affranchir les patients du port d'une correction optique postopératoire, notamment les myopes, les sujets présentant une monovision naturelle préopératoire ou ceux

	LS 313 MF15 Lentis Comfort (Oculentis, Allemagne) Diamètre total 11,00 mm Diamètre optique 6,00 mm Design Monobloc Optique Asymétrique, Secteur réfractif +1,5 D add VP Matériau Ac hydrophile
	Mini Well Ready (SIFI, Italie) Diamètre total 10,75 mm Diamètre optique 6,00 mm Design Monobloc Optique Biconvexe progressif Multifocal asphérique Matériau Ac hydrophile
	Tecnis Symphony EROV IOL (J&J, USA) Diamètre total 13,00 mm Diamètre optique 6,00 mm Design Monobloc Optique Asphérique, achromatique, diffractif, echelettes Matériau Ac hydrophobe
	AT LARA 829MP preloaded (Zeiss, Allemagne) Diamètre total 11,00 mm Diamètre optique 6,00 mm Design Monobloc Optique asphérique, diffractif EDOF 0,95 D & 1,9 D Matériau Ac hydrophile avec propriétés de surface hydrophobes
	Xact Mono-EDoF ME4 IOL (Santen, Japon) Diamètre total 12,50 mm Diamètre optique 6,00 mm Design Monobloc Optique diffractif, profil continu entre VL et VI, pas d'add en VP Matériau Ac hydrophobe
	IC-8 Small Aperture IOL (Acufocus, USA) Diamètre total 12,50 mm Diamètre optique 6,00 mm Design Monobloc Optique Dimensions sténopé Ouverture 1,36 mm Diam total 3,23 mm Matériau Ac hydrophobe

Figure. Implants intraoculaires à profondeur de champs étendue.

très satisfaits de la monovision en lentilles de contact.

Elle présente l'avantage de ne pas imposer de surcoût au patient (implants monofocaux), de limiter les effets photiques par comparaison avec les implants EDOF et *a fortiori* trifocaux, et d'être réversible (bi-optic, implantation *add-on*).

Néanmoins, les implants à profondeur de champ ont la particularité de permettre une action synergique sur la VP par l'usage d'une micromonovision programmée dans le calcul de l'implant sur l'œil non dominant. Le Pr Béatrice Cochener a en effet précisé que l'optimisation de la VP binoculaire pouvait exploiter la tolérance à l'imprécision réfractive sur l'œil dominé en induisant volontairement un *shift* myopique de -0,50 à -0,75 D qui ne dégrade habituellement pas la VL et améliore la VP (micromonovision). Le *shift* hypermétrope est en revanche à éviter à tout prix car, s'il peut être bien toléré de loin, il réduit en revanche rapidement l'indépendance aux lunettes en VI et VP.

Technologies sténopéiques

Le principe très simple et largement connu de l'augmentation de la profondeur de champ par l'utilisation d'un trou sténopéique a vu naître l'implant IC-8 (AcuFocus, États-Unis, marquage CE en 2014) qui présente plusieurs particularités et avantages. C'est le seul implant EDOF à avoir une implantation unilatérale recommandée (œil dominé), bien que certains chirurgiens, tel le Pr Burkhard Dick (Allemagne), rapportent l'utiliser aussi en implantation bilatérale avec un très haut niveau de satisfaction des patients. Il utilise aussi par conséquent le concept de micromonovision (cible de -0,75 D recommandée), sans induire les effets photiques que peuvent présenter les autres implants premium ni réduire la sensibilité aux contrastes. Le sténopé de 1,36 mm de diamètre étend la profondeur de champ d'environ 2 D, ce qui porte la puissance en VP à environ 2,75 D si l'on tient compte de la cible réfractive programmée. Cela n'est pas sans préserver l'AV de loin

Actualités

Compte rendu de congrès

puisque'il présente une grande tolérance à l'imprécision réfractive (jusqu'à 1 D de sphère et 1,5 D de cylindre).

Enfin, c'est le seul implant premium à pouvoir aussi prétendre à des indications thérapeutiques : il peut en effet neutraliser des AS positives induites par une cornée opérée d'une kératotomie radiaire comme il peut réduire les AS négatives d'un kératocône, en plus d'être tolérant à l'imprécision réfractive habituellement rencontrée dans ces situations. Il peut aussi limiter la photophobie induite par un defect irien modéré ou une mydriase.

Notons de plus qu'il peut être implanté dans des yeux préalablement opérés d'une chirurgie réfractive cornéenne comme les autres implants EDOF, ce qui n'est habituellement pas recommandé pour les implants multifocaux.

Le Pr Dick a par ailleurs précisé, photos à l'appui, que le sténopé ne présentait pas de difficultés significatives à la réalisation d'une rétinographie, d'un OCT maculaire, ou même d'une vitrectomie par la *plars plana*.

Procédures cornéennes pour étendre la profondeur de champ

Si le terme EDOF est depuis 2014 (AAO-FDA) plutôt réservé aux implants intraoculaires, nombre de procédures cornéennes exploitent ce même principe avant l'âge de la chirurgie PRELEX ou de la cataracte.

Le Pr Roberto Bellucci (Italie) a en effet précisé que ces

procédures visaient toutes à exploiter une réserve accommodative pour obtenir une VP affranchie des lunettes tout en conservant une qualité de vision optimale. La plus répandue est la chirurgie soustractive (photoablation *excimer*) pratiquée à l'occasion d'un presbylasik, souvent associée à une micromonovision. Le profil d'ablation de l'hypermétrope presbyte est particulièrement adapté à cet objectif puisqu'il induit une AS négative utile à la VP. L'amélioration et la personnalisation des profils d'ablation obtenus avec les dernières générations de lasers a permis de lisser et d'optimiser les profils asphériques en réduisant les effets photiques liés à la zone de transition et en améliorant le centrage du traitement. Par conséquent, cet effet de lissage du profil asphérique se rapproche moins de la multifocalité que du concept de profondeur de champ étendue ou de varifocalité.

Les procédures *excimer* ont des terminologies variables selon les fabricants et les algorithmes logiciels (SupraCor, Bausch & Lomb ; CustomQ ou FCAT, Alcon ; PresbyMAX, Schwind ; Presbyond LBV, Zeiss).

Les résultats obtenus et publiés avec les techniques de presbylasik sont si bons et reproductibles que les autres procédures cornéennes sont devenues confidentielles dans la pratique actuelle. Il s'agit essentiellement de la cornéoplastie IntraCor (Bausch & Lomb) et des techniques additives : implants cornéens de puissance additive (Flexivue

Microlens, Presbia) ou sténopisants (Kamra, AcuFocus). Malgré leur efficacité sur la compensation de la presbytie, ces derniers semblent comporter comme principales limites la difficulté d'obtenir leur centrage parfait, ainsi que le risque de voir apparaître des lésions stromales irréversibles même après une explantation.

La technique d'implantation allogénique d'un lentille réfractif de Smile pour compenser la presbytie (PrEsbyopic Allogenic Refractive Lenticule ou «PEARL») est, selon le Pr Bellucci, une modalité additive qui semble très prometteuse bien que plus lourde à mettre en œuvre.

Conclusion et discussion

Les experts présents au symposium se sont accordés pour dire que les implants à profondeur de champ n'avaient pas pour prétention de remplacer les implants multifocaux (trifocaux), mais plutôt d'occuper une place laissée vacante entre les plateformes monofocale et multifocale. Ils répondent en ce sens à un désir d'indépendance aux lunettes pour la majorité des activités « sociales » du quotidien exprimé par certains patients, en réduisant les effets indésirables classiquement rencontrés avec les implants multifocaux et en élargissant les indications non couvertes par les dispositifs multifocaux (cornées opérées, rétine fragile, patients âgés, capacités de neuroadaptation réduites). Leur principal écueil est la moindre performance en VP

qui peut être optimisée par l'adjonction d'une micromonovision.

Parmi les implants EDOF, l'implant sténopisant IC-8 occupe une place à part en raison de sa capacité à réduire les effets photiques et à optimiser la prise en charge optique de cornées déjà opérées, voire pathologiques.

Le choix de compenser la perte d'accommodation comporte une part de compromis qui doit toujours être expliquée au patient. Il implique de considérer 3 facteurs clefs : le besoin exprimé du patient (ses activités), son terrain ophtalmologique (réfraction, qualité de la vision binoculaire, santé rétinienne et du nerf optique, capacités de neuroadaptation), et les performances des implants disponibles. Les 2 premiers facteurs sont non modifiables et imposent donc un cahier des charges pour le troisième. Si le niveau de congruence attendu entre attentes/terrain du patient et implant sélectionné ne permet pas d'abaisser suffisamment le niveau de compromis (acceptable pour le patient), sans doute vaudra-t-il mieux éviter une implantation premium.



Antoine Robinet
CHU de Bordeaux