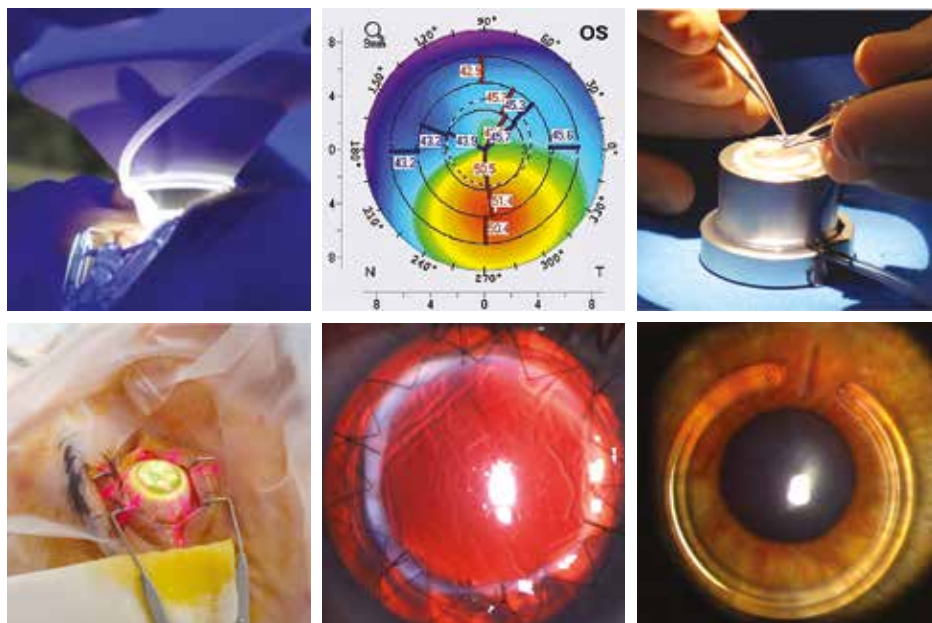




LES CHIRURGIES RÉFRACTIVES 2023

Saison 14 – Coordination : **Dr O. PRISANT**



TECHNOLAS® 317
TENEO MODEL 2

1 s / D*

360°

INTRODUCING

1740 Hz

SUPRACOR™

BAUSCH + LOMB

Le traitement SUPRACOR™ est un algorithme, utilisé par le laser TECHNOLAS® TENEO™ 317 Model 2 qui est un laser Excimer utilisé dans la chirurgie réfractive. Ce système permet de réaliser l'ablation préprogrammée précise de la cornée de l'œil humain pour corriger les erreurs réfractives en remodelant la surface cornéenne en mode LASIK, par une ablation de surface ou transPRK.

Dispositif médical de classe IIb qui porte le marquage CE0197 établi par le TÜV Rheinland LGA Products GmbH (CE0197). Fabricant légal : Technolas Perfect Vision GmbH, Allemagne.

Avant utilisation, lire attentivement les instructions figurant dans la notice et sur l'étiquetage.

Les procédures chirurgicales inhérentes à cette plateforme laser ne sont pas prises en charge par les organismes publics d'assurance maladie. 22/09/BAUSCHLOMB/PM/004

www.bausch.com | www.bausch.fr

Les chirurgies réfractives 2023



O. PRISANT

Cabinet Alma Vision, Clinique de la Vision PARIS.
oprisant@gmail.com

C'est avec plaisir que j'ai accepté la mission qui m'a été confiée de coordonner cette 14^e édition 2023 de la *Revue annuelle de la Clinique de la Vision*, désormais indissociable du groupe One Clinic.

Ce numéro est divisé en plusieurs chapitres qui couvrent certaines thématiques souvent innovantes et originales :

>>> Les outils de formation à la chirurgie réfractive, notamment le "Club de formation" mis en place par One Academy dans les Cliniques de la Vision à Paris et en Province.

>>> Le marketing digital en chirurgie réfractive et notamment les meilleurs comptes Instagram. Et quand certains patients dépassent les bornes, la e-réputation peut-elle être démolie aussi facilement qu'elle a mis du temps à se construire ?

>>> Une part belle est donnée à la chirurgie de la presbytie, tant cornéenne qu'intraoculaire. Dans la jungle

des implants multifocaux, EDOF ou autre premium, le Vivior Monitor permettrait-il de sélectionner le bon implant pour le bon patient ? La population vieillit et les demandes de chirurgie de presbytie des années après une chirurgie réfractive se multiplient ! Comment répondre à ce challenge ?

>>> Nous verrons également comment les progrès de la chirurgie réfractive nous permettent de proposer des solutions réfractives dans d'autres domaines, tels que la chirurgie du kératocône ou la réhabilitation visuelle après greffe de cornée.

>>> Quand la chirurgie réfractive se complique ou quand la DMEK vire au cauchemar, que faut-il faire en 2023 ? Un chapitre entier est consacré aux complications de la chirurgie réfractive et cornéenne.

>>> Enfin, nous tenons à remercier le Président de la SAFIR qui fait le point sur le passé, le présent et le futur de cette société savante.

>>> À la fin de ce numéro "le coin des congrès" répertorie les événements en France, en Europe ou aux quatre coins du monde et donnera peut-être à certains l'envie de voyager.

Nous devons la diversité et la qualité du contenu de cette revue à tous les auteurs qui ont gentiment accepté d'y participer. Qu'ils en soient tous chaleureusement remerciés ! Nous tenons également à remercier nos partenaires de longue date, Bausch & Lomb, qui sponsorise cette revue sans intervenir sur le choix de la ligne éditoriale, et notre éditeur, Performances Médicales, pour leur efficacité.

enVista®
hydrophobic acrylic IOL

enVista® toric
One-piece Hydrophobic Acrylic Toric Intraocular Lens

BAUSCH + LOMB
SimplifEYE™

Plateforme préchargée enVista® enhanced monofocal et monofocal torique



Accédez au calculateur
torique enVista®

enVista®, enVista® torique et enVista® torique preloaded, Organisme notifié : TÜV Rheinland, CE0197. Fabricant: Bausch + Lomb Incorporated, USA. Mandataire: Bausch + Lomb GmbH, Allemagne ; sont des implants optiques destinés à remplacer le cristallin naturel de l'œil humain. Dispositifs Médicaux de classe IIb. Avant utilisation, lire attentivement les instructions figurant dans la notice et sur l'étiquetage. Ces dispositifs médicaux sont pris en charge par les organismes publics d'assurance maladie au titre de leur inclusion dans le financement des groupes homogènes de malades et de séjour relatifs aux interventions intraoculaires.

© 2021 Bausch & Lomb Incorporated. ®/™ sont les marques déposées de Bausch & Lomb ou de ses filiales. Tous les autres noms de marque/produit sont des marques commerciales de leurs propriétaires respectifs. Bausch & Lomb France SAS à associé unique au capital de 163 650 150 € immatriculée au RCS de Montpellier sous le n°240 275 650 dont le siège social est sis 416, rue Samuel Morse CS 79005 - 34967 Montpellier. 22/06/BAUSCHLOMB/PM/002



BAUSCH + LOMB
Mieux voir. Mieux vivre

Édito

O. Prisant	3
------------	---

Clinique de la Vision – One Clinic

Les Cliniques de la Vision-Visya en France	10
D.-A. Lebuissou	
Clinique de la Vision – One Vue La Défense: une nouvelle entité	11
D. Chong-Sit, B. Prieur	
One Clinic, une entreprise à mission	16
N. Amsellem	
Le club de formation en chirurgie réfractive – Saison 1	18
D.-A. Lebuissou	

SAFIR

La SAFIR en 2023	20
D. Touboul	

Exercice professionnel

Comment se former en chirurgie réfractive ?	26
A. Sikorav	
ophyawiki.com: le site internet de partage d'expériences cliniques des ophtalmologistes	29
A. Thomas-Lavaud, C. Albou Ganem	
La consultation en chirurgie réfractive	32
C. Albou-Ganem	
Système expert Ariane-InSight (Mikajaki) pour la chirurgie réfractive: <i>update</i> 2023	35
M. Assouline	
Bénéfices de la sophrologie en chirurgie réfractive	41
V. Caminade	
Orthoptistes: renouvellement optique, primo-prescription, protocole... Où en est-on en 2023 ?	46
V. Dedes	
Télémédecine en magasin d'optique: opportunité ou menace pour les ophtalmologistes ?	51
V. Dedes, C. Gruchala	

Juridique

Jurisprudence en chirurgie réfractive: quelques exemples pour mieux comprendre	56
V. Ameline	

Le médecin et les refus de soins du sujet majeur et capable, la question de la continuité des soins	59
D.-A. Lebuissou	

Communication et marketing digital

Marketing digital en ophtalmologie	64
E. Blumen	
Réseaux sociaux: best of des meilleurs comptes Instagram	70
S. Le Page	
La e-réputation en ophtalmologie	73
A. Nicolas-Boluda	
Avis Google et réseaux sociaux: quand les patients vont trop loin	76
O. Semoun	

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

TransPKR: quels avantages par rapport à la PKR? Comment optimiser les résultats?	80
C. Albou-Ganem	
Chirurgie des astigmatismes forts: jusqu'où peut-on aller?	83
T. Than Trong	
Laser topoguidé: principe, indications et résultats	87
P. Fournié	
Lasers à impulsions femtosecondes: quelles nouveautés en 2023?	93
J. Couillet	
Le laser femtoseconde en ophtalmologie: aujourd'hui et demain	102
A. Denoyer	
Présent et futur de la chirurgie lenticulaire intrastromale au laser femtoseconde	105
L. Trinh	

Presbytie

Prelex ou PresbyLASIK?	112
M. Assouline	
SUPRACOR: pour quels patients? comment? quels résultats?	118
C. Albou-Ganem	
SUPRACOR: 10 ans d'expérience à la Clinique de la Vision, Montpellier	122
V. Dimeglio	
PresbyLASIK avec le laser Alcon EX500: principes et résultats	128
C. Ghenassia, N. Lutrand	

PresbyLASIK avec le laser EX500: comment moduler le facteur Q?	135
Mode d'emploi et revue de la littérature récente	
C. David, B. Ameline	
VIVIOR MONITOR: aide à la décision pour les implants Premium compensant la presbytie	141
P. Rozot	
LuxSmart: l'implant aberrodesigné	145
M. Delbarre	
EDOF, implants multifocaux: panorama des implants disponibles en 2023	149
P. Bouchut	
EDOF et multifocaux: quels implants pour quels patients?	154
F. Costantini	
Comment répondre à une demande de multifocalité chez un patient déjà opéré de chirurgie réfractive?	159
D. Monnet	

Implants intraoculaires

Les dernières avancées en biométrie avant chirurgie de la cataracte	164
M. Strehö	
Implants intraoculaires: quels filtres pour quelle protection?	168
C. Dot	
Implants ICL: indications, technique de sizing et résultats	172
P. Levy	

Cornée chirurgicale

Vers de nouvelles classifications du kératocône	180
D. Touboul	
Prise en charge du kératocône en 2023	185
M. Assouline	
Suivre une greffe de cornée en 2023	195
J.-L. Bourges	
Réhabilitation visuelle chirurgicale après greffe de cornée	200
O. Prisant	
Chirurgie de la cataracte dans un contexte de cornea guttata: les 10 conseils à suivre	208
E. Gabison	
Comment un lentille de SMILE peut-il être réutilisé en chirurgie cornéenne?	212
A. Vautier, M. Muraine	

Membrane amniotique humaine: quelles indications ? Quelles techniques ? Quels résultats ?	217
L. Hoffart, G. Ho Wang Yin	

Quand ça se complique...

Comment détecter les cornées à risque d'ectasie en 2023 ?	222
L. Hoffart, G. Ho Wang Yin	
Dépistage du kératocône infraclinique avant chirurgie réfractive	227
M. Sellam	
Chirurgie réfractive sur cornées à risque: jusqu'où peut-on aller en 2023 ?	232
O. Prisant, E. Pottier	
Les complications du SMILE Pro	238
M. Weissrock	
Anneaux intracornéens: quand il faut les retirer...	244
O. Prisant, E. Pottier	
Cauchemar en DMEK	248
E. Gabison	
Les reprises en chirurgie réfractive	252
L. Moyal	
La douleur en chirurgie réfractive	256
L. Moyal	

Calendrier des congrès 2023/2024

Retrouvez toutes les informations sur les prochains congrès, triés par localisation et par date	264
E. Pottier, O. Prisant	

Prochaine édition de la revue annuelle clinique de la Vision

Avril 2024

Coordination : L. Gauthier avec B. Briat et P. Levy

Clinique de la Vision

One Clinic

■ Les Cliniques de la Vision-Visya en France	10
D.-A. Lebuissou	
■ Clinique de la Vision – One Vue La Défense: une nouvelle entité	11
D. Chong-Sit, B. Prieur	
■ One Clinic, entreprise à mission	16
N. Amsellem	
■ Le club de formation en chirurgie réfractive – Saison 1	18
D.-A. Lebuissou	

Les Cliniques de la Vision-Visya en France

D.-A. LEBUISSON

Quatre établissements existent dans le pays sous la dénomination Clinique de la Vision-Visya. Ces cliniques sont toutes alliées à la Clinique de Paris qui se nomme One-Clinique de la Vision. Elles sont indépendantes et fonctionnent de façon autonome avec un actionnariat médical majoritaire ou exclusif. Toutes se sont créées à l'initiative locale des ophtalmologistes désireux d'un renforcement à la création du plateau interventionnel.

Ces plateaux de chirurgie réfractive partagent des valeurs communes tout en exerçant selon leurs modalités propres. Il ne s'agit pas d'une chaîne qui appliquerait des patrons comportementaux ni d'une franchise aux contraintes économiques. Le dispositif est donc unique et s'inscrit totalement dans le mécanisme de la médecine libérale et le respect du corps médical.

Désormais, à Paris, la Clinique de la Vision dispose de deux emplacements : le site originel dans le 7^e arrondissement de Paris, à l'immédiate proximité des Invalides, et la nouvelle localisation à La Défense. Ce sont les mêmes équipes soignantes qui prennent en charge les patients opérés et délivrent un mode similaire de traitement.

Montpellier, La Rochelle, Strasbourg et Toulouse sont les 4 piliers des "Cliniques de la Vision". La place manque pour nommer tous les chirurgiens de ces équipes, mais ils font intégralement partie du cœur du groupe intellectuel que nous constituons.

Nous travaillons à affiner les relations et à dégager des pistes complémentaires de progression. Plus de 10 ans de recul nous confortent dans le bienfait de cette alliance entre ophtalmologistes. Un futur élargi est ouvert à une croissance externe pour prolonger celle interne déjà débutée.



Clinique de la Vision – One Vue La Défense: une nouvelle entité



D. CHONG-SIT¹, B. PRIEUR²

¹ Clinique de la Vision – One Vue.
<https://chongsitlaser.com>.

² Clinique de la Vision – One Clinic.

C a y est! En janvier 2023, la Clinique de la Vision – Paris en collaboration avec le groupe One, a ouvert un second pôle, au cœur du centre One Clinic de La Défense. L'usage de cette locution familière se justifie de ma part car voilà plus de 20 ans, cette idée était déjà évoquée (fig. 1).

Voici donc lancé ce deuxième pôle d'activité laser au sein de la Clinique de la Vision! En chirurgie réfractive, cette institution parisienne devance sans doute par son

Petit rappel : au tout début des années 2000, peu de temps après la brillante création (en 1999) par les 7 fondateurs de la Clinique de la Vision (Avenue Hoche, 75008), la reprise de l'activité laser réfractive de la célèbre Clinique du Sport est en cours. M'y étant installé moi-même en 1999 au départ de Cati Albou Ganem, Dominique Piétrini, Guy Montéfiore et du très regretté Marc Weiser, je me retrouvai ainsi à sillonner le 5^e et le 13^e arrondissements pour proposer des locaux sur la Rive gauche afin d'installer une nouvelle antenne à cette maison déjà reconnue comme la référence parisienne de la chirurgie réfractive laser.

Un point commun à tous les chirurgiens impliqués dans ces projets? La conviction que le laser Technolas 217 était déjà la référence et l'avenir de la chirurgie réfractive au laser!

Cette nouvelle entité ne verra jamais le jour à Paris; après l'extension et le déménagement au 131, rue de l'Université (en décembre 2007), seule la création du groupe Vysia en 2014 satisfera nos envies de diffuser nos valeurs et notre expertise en France.

rayonnement les plus grands centres hospitaliers parisiens. Bien entendu, cela tient en particulier au leadership et à la vista de ses fondateurs historiques et à leurs capacités d'innovation depuis sa création. Mais je voudrais évoquer un autre point important dans cette *success story*: la stabilité de l'humain et de la technologie:

- stabilité des chirurgiens historiques: aucune défection depuis plus de 20 ans;
- fidélité dans les partenariats industriels, tant pour le choix du laser Excimer avec les lasers Technolas, notre partenaire historique, que pour le choix des lasers femto-secondes IntraLase (dont nous avons été les premiers utilisateurs en France en juillet 2004).



Fig. 1 : Centre de consultation One Vue – La Défense.

Nous sommes donc au cœur du plus grand quartier d'affaires d'Europe, installés dans des locaux situés sous l'Esplanade de la Défense (l'ancien Club Med Gym), à 15 mètres de la sortie Puteaux n°2 du métro Esplanade de la Défense (ligne 1), à proximité d'une station de taxi et d'un parking public.

Le pôle propose ainsi une offre de soins des plus complètes, avec au rez-de-chaussée un centre de consultation en ophtalmologie (Centre One Vue – La Défense) doté d'appareils de mesure et d'exploration de pointe, dans lequel des chirurgiens chevronnés peuvent accueillir des patients dans un cadre moderne, spacieux et confortable, et à l'étage inférieur une salle interventionnelle équipée d'un laser Excimer nouvelle génération et d'un laser femtoseconde, gérée par des personnels administratifs et paramédicaux expérimentés exerçant sur les deux centres parisiens de la Clinique de la Vision.

Notre bloc opératoire laser est destiné à accueillir les opérateurs consultants dans le centre et les chirurgiens



Fig. 2 : Chirurgie réfractive au laser Excimer Teneo 2.

extérieurs désireux d'y opérer des patients par les techniques de laser *in situ* kératomileusis (LASIK) ou de photokératectomie réfractive (PKR).

Le plateau technique de pointe permet ainsi aux opérateurs de pouvoir traiter la très grande majorité des demandes de chirurgie réfractive.

Par le LASIK, la myopie (jusqu'à -12 dioptries), l'astigmatisme (jusqu'à -6 dioptries), l'hypermétropie (jusqu'à +6 dioptries) et la presbytie peuvent ainsi être corrigés grâce aux différents programmes proposés par le laser Excimer Teneo 2 (fig. 2).

Les PKR peuvent être réalisées sur le mode "Transépi" à partir de 1,5 dioptrie de myopie (en utilisant le laser pour ablater l'épithélium) en procédure 100 % laser ou de manière mécanique en utilisant un couteau cliveur de Paufigue restérilisable ou une brosse Amoils à usage unique.

Les fortes amétropies myopiques et plus généralement les patients non opérables par le LASIK devront être opérés rue de l'Université, dans notre bloc opératoire de segment antérieur.

Le bloc

La conception de ce minibloc opératoire a été réalisée avec en tête trois mots d'ordre : simplicité, efficacité et efficience.

Le but est d'offrir aux opérateurs une salle située dans l'enceinte accueillant les locaux de consultation et d'exploration leur permettant de facilement aller et venir entre les deux centres d'activité afin de pouvoir réaliser si besoin des examens de dernière minute ou de pouvoir alterner à leur convenance consultations et chirurgie sans perdre de temps dans des transports et sans être trop impactés par divers aléas fréquemment rencontrés (retard de présentation d'un patient dû à des problèmes de transports par exemple).

L'architecture du minibloc est configurée ainsi :

- un bureau d'accueil permettant à l'hôtesse d'enregistrer les différents éléments du dossier électronique des patients et de vérifier les éléments préremplis par les patients sur le portail dédié d'Expert Santé ;



Fig. 3 : Sas d'accueil à l'entrée du bloc opératoire.

- une salle d'attente réservée exclusivement aux patients opérés (*fig. 3*) et une salle d'attente permettant d'accueillir leurs accompagnants ;
- un espace de repos pour les patients opérés au sortir de leur intervention ;
- un vestiaire pour les personnels médicaux et paramédicaux s'ouvrant sur la salle d'intervention, équipé d'une auge et d'un lave-mains chirurgical ;
- un vestiaire patient ne pouvant accueillir qu'un patient à la fois et donnant directement sur la salle d'intervention ;
- une remise permettant de stocker du matériel à usage unique nécessaire aux chirurgies et à l'entretien des machines ;
- une salle d'intervention (*fig. 4*) équipée d'un Teneo 2 B & L et d'un laser femtoseconde IntraLase 150 Hz J & J,

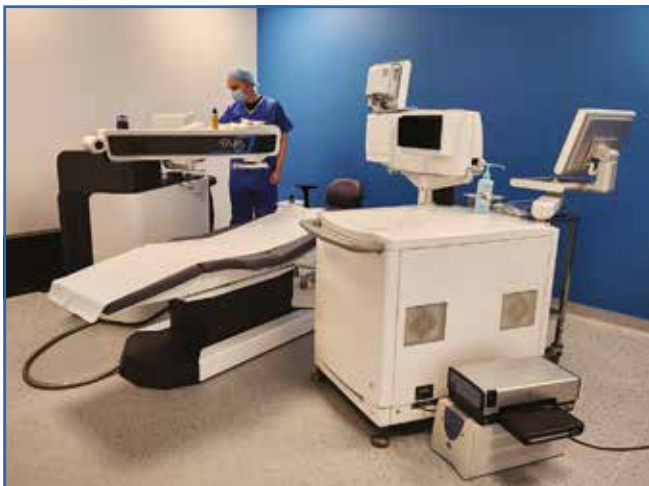


Fig. 4 : Bloc opératoire de chirurgie réfractive laser : laser Femtoseconde IntraLase IFS 150 et laser Excimer Technolas 317 M2.

d'un ordinateur relié au logiciel FullWeb Expert Santé, utilisé par la Clinique de la Vision sur ses deux centres parisiens, et de deux chariots de matériel, d'un meuble de pharmacie et d'un mini-réfrigérateur pour conserver d'éventuels collyres ou des solutions oculaires au froid.

Une petite salle de stérilisation équipée d'un point de lavage, d'une paillasse et d'un autoclave est installée en face de la salle d'intervention et permet si besoin de stériliser de l'instrumentation réutilisable. On notera toutefois que les chirurgiens de la Clinique de la Vision utilisent à 99 % du matériel stérile à usage unique afin de diminuer le plus possible le risque infectieux peropératoire.

La circulation des personnes a été pensée de manière à être la plus fluide possible, et ce afin de minimiser les pertes de temps dans le parcours patient. Chaque patient est ainsi pris en charge par l'infirmier de salle immédiatement après son enregistrement auprès de l'hôtesse, accompagné au vestiaire où lui sont remises surchaussures, charlotte et blouse d'habillage, puis directement dans la salle d'intervention. Les explications sur le déroulement des actes sont données à partir de l'accès au vestiaire et jusqu'à l'entrée en salle et le positionnement du patient sur le lit du laser Excimer.

Le chirurgien prépare pendant ce temps la programmation des lasers. Une fois le patient installé, le chirurgien lui réexplique la procédure tandis que l'infirmier vérifie les données programmées sur les lasers (la double vérification des données permettant d'éviter toute erreur de saisie). Puis l'infirmier procède à l'anesthésie par collyre et à la désinfection locale par application de povidone iodée 5 % dans les culs-de-sac conjonctivaux et de povidone iodée 10 % sur les paupières et les contours palpébraux élargis (pommettes jusqu'au front et aux tempes). L'acte opératoire débute alors à proprement parler. Le patient ne quitte pas le lit sur lequel il est allongé pendant la procédure qui ne dure que quelques minutes (*fig. 5*).

Le dossier informatisé du patient est complété en direct par l'infirmier de salle durant le déroulement de l'intervention. L'utilisation d'Expert Santé dans les deux centres de la Clinique de la Vision Paris permet aux personnels de pouvoir gérer même à distance les dossiers et centralise des données permettant de faire des recueils



Fig. 5 : Découpe d'un volet cornéen au cours d'une chirurgie LASIK.



Fig. 6 : Laser Excimer Technolas 317 M2 de Technolas Perfect Vision.

complets et cohérents tout en dissociant les activités des deux établissements.

Puis le patient est raccompagné par l'infirmier dans le vestiaire où lui sont données les consignes postopératoires durant le déshabillage. Il peut ensuite se diriger soit vers la sortie, soit vers un fauteuil de repos s'il souhaite prendre quelques minutes pour se détendre et prendre une collation avant de repartir avec son accompagnant.

Après avoir éliminé les déchets et nettoyé les surfaces, l'infirmier part immédiatement chercher le patient suivant et une nouvelle procédure peut être débutée.

Avant de quitter l'établissement, chaque patient revoit l'hôtesse d'accueil afin de récupérer son bulletin de sortie, puis il peut ensuite repartir avec son accompagnant directement à son domicile. Il n'y a donc pas de temps de stabulation des patients, qui sont pris en charge immédiatement après leur arrivée et sont toujours soit entre les mains de l'équipe interventionnelle, soit auprès de l'hôtesse afin de réaliser leur enregistrement administratif.

En cas de nécessité de réaliser au dernier moment de nouveaux examens, le chirurgien peut retrouver le patient en consultation en quelques minutes puis redescendre en salle d'intervention sitôt les investigations réalisées et les résultats obtenus.

Tout le parcours du patient a été pensé de manière à le rendre le plus fluide et le plus efficient possible, afin de lui éviter un temps d'attente, ce qui génère moins de stress et permet d'avoir des patients plus détendus et plus à l'écoute pendant les interventions.

Le laser Excimer Teneo 317 M2 (fig. 6)

Le cœur d'activité étant la chirurgie réfractive au laser, nous avons bien entendu choisi le laser de dernière génération de Technolas Perfect Vision également présent en deux exemplaires à la Clinique de la Vision Paris – Université, mais aussi à la Clinique de la Vision Montpellier et à la Clinique de la Vision Toulouse.

Voici quelques caractéristiques techniques et temps de traitement :

- Laser Excimer pulsé ArgonFluor 193 nm.
- Spot doux (Gaussien tronqué) 1 mm.
- Spot mobile (*flying spot*) 500 Hz: son extrême rapidité (Mode Proscan Eco ZO 6 mm) permet la correction d'une dioptrie myopique par seconde.
- Microscope Zeiss et lampe à fente.
- Fréquence de l'*eye-tracker*: deux caméras HD.
- Fréquence 1740 Hz pour le plan X/Y, 3 fois plus rapide que la cadence de tir du laser.
- Fréquence 170 Hz pour hauteur (plan Z) et rotation dont:
 - cyclotorsion statique;
 - suivi dynamique de la rotation;
 - compensation du décalage de l'axe pupillaire;
 - centrage automatique de la pupille, avec ajustement manuel possible.

La technologie du laser est pilotée par différents modules de traitement Proscan, Zyoptix HD, Supracor. Elle est couplée à la reconnaissance irienne provenant des données du Zywave recueillies lors des explorations sur la

Dual Station (transmise par le réseau interne sécurisé) et le traitement réfractif ainsi optimisé grâce à l'*eye-tracking* rotatif peropératoire.

Conclusion

La réussite et la stabilité de la Clinique de la Vision – Paris a souvent surpris tant l'association de tous ces brillants egos venant de tous les horizons ophtalmologiques parisiens (je ne m'y inclus pas!) aurait pu être explosive! Un des secrets qui explique cette pérennité est le motif même de sa création et de son développement: non pas un objectif commercial mais l'envie et le besoin de disposer du plus bel écran et du plus performant outil pour exercer chacun et ensemble nos propres activités chirurgicales réfractives.

Dans la dynamique du groupe One Clinic, notre nouveau pôle à taille humaine Clinique de la Vision – La Défense, par ses ambitions d'excellence ophtalmologique et son plateau technique de premier ordre, est, je le pense, dans cette droite lignée.

One Clinic, une entreprise à mission

N. AMSELLEM

Co-fondateur et Président One Clinic.

na@one.fr

La loi PACTE relative à la croissance et à la transformation des entreprises a introduit la qualité de société à mission qui permet de déclarer sa raison d'être à travers plusieurs objectifs sociaux et environnementaux. Pourtant, alors que la France consacre 12 % de son PIB aux dépenses de santé, seulement 3 % des entreprises à mission sont issues du secteur santé médico-social selon le dernier Observatoire des sociétés à mission.

Innovante, attentive et engagée, One Clinic est une entreprise à mission, en cohérence avec sa raison d'être : *“Proposer une médecine humaine et préventive, en accordant à chaque patient du temps, de l'attention et l'engagement d'une équipe innovante pour une offre de soins globale”*.

Voici les objectifs de mission de One Clinic :

>>> Repenser le parcours du patient, son suivi à long terme et son expérience de la médecine et du soin :

- proposer une prise en charge attentive, personnalisée et de proximité ;
- garantir une qualité et sécurité des soins et de la prise en charge ;
- proposer des parcours pluridisciplinaires coordonnés et connectés ;
- développer une médecine préventive et d'éducation en santé.

Ainsi, les activités de consultation médicale maintiennent un prudent équilibre entre ophtalmologistes et orthoptistes pour s'assurer que la délégation de tâches ne nuise pas à la qualité du colloque singulier médecin-patient. Par ailleurs, les outils digitaux permettent d'améliorer la fluidité des parcours, et les téléassistantes devancent ou complètent les interactions des secrétaires.

Des préconsultations permettent d'anticiper les attentes d'un rendez-vous médical. Enfin, notre équipe de communication est menée par un médecin ophtalmologiste qui s'assure de la justesse de nos publications sur nos sites internet et réseaux sociaux.

>>> Améliorer l'expérience des médecins et libérer du temps médical en s'appuyant sur des innovations de service et des avancées technologiques :

- évaluer, développer et améliorer l'expérience médecins ;
- accompagner nos équipes dans la transformation des organisations ;
- former nos talents et développer leur employabilité ;
- agir en employeur exemplaire et responsable ;
- avoir un modèle de gouvernance médicale agile, responsable et éthique au service du projet médical.

Libérer les médecins des tâches logistiques ou administratives au profit de leur activité clinique est primordial. Pour aller plus loin, nous développons nos propres outils digitaux pour fluidifier les communications entre médecins et/ou assistants, pour visualiser les données de santé ou pour suivre les interactions avec les patients. Nos conférences périodiques, les réunions de “staff” mais également les événements conviviaux assurent une émulation stimulante entre praticiens.

Par ailleurs, nous avons conçu plusieurs programmes de formation continue animés par le Dr Anne Sikorav sur la chirurgie réfractive avec les Drs Cati Albou-Ganem et Barbara Ameline-Chalumeau ainsi que Sabrina Mecheri, sur le glaucome avec le Pr Philippe Denis, sur la DMLA avec les Drs Pierre-Olivier Barale et Samira Zegrari, ou encore sur la coopération ophtalmologiste/orthoptiste avec Hortense Chatard.

Enfin, nous avons contribué à la mise en œuvre d'une formation pratique de haut niveau, multisite, destinée aux internes et assistants. Cette formation d'une semaine repose sur une coordination des Drs Dan-Alexandre Lebuissou et Dominique Pietrini, avec la participation des Drs Barbara Ameline-Chalumeau, Michael

Assouline, Benoît Briat, Julien Coulet, Laurent Gauthier, Matthieu Le Loir et Olivier Prisant. L'encadrement par des leaders consiste en un processus d'appropriation directe et immédiate des techniques avancées.

>>> Mettre en œuvre la valeur en santé en plaçant le patient au centre du projet médical :

- répondre aux problèmes d'accès aux soins et promouvoir la valeur en santé ;
- soutenir la recherche scientifique en médecine de ville.

Afin de pouvoir assurer des soins pertinents et de qualité pour tous, il est nécessaire de placer la valeur apportée au patient, au regard de ses attentes et besoins, au cœur de notre pratique. Ainsi, notre stratégie de valeur en santé (*Value-Based Health Care*) commence-t-elle par l'évaluation des résultats, tels que rapportés par les patients, en les rapportant aux ressources investies pour l'ensemble d'un parcours.

One Clinic est l'une des pionnières en Europe de cette discipline sous l'impulsion du Dr Alba Nicolas-Boluda et nous menons avec le Dr Cati Albou-Ganem une première étude pilote sur l'incorporation de la mesure des résultats rapportés par les patients dans le parcours de chirurgie réfractive.

>>> Renforcer le lien ville-hôpital, favoriser la continuité des soins avec tous les acteurs de santé et promouvoir l'exercice partagé des médecins :

- renforcer notre maillage et ancrage territorial inclusif public/privé – filières amont/aval ;
- développer des synergies et animer des partenariats durables.

One Clinic favorise et valorise l'exercice mixte. Ainsi, un grand nombre de nos médecins conservent des vacations hospitalières. Les partenariats noués avec l'hôpital public portent aussi bien sur des travaux de recherche que sur la coordination de ressources humaines et matérielles (délégations de tâche). Enfin, nos relations avec les groupes d'hôpitaux privés où nos chirurgiens interviennent nous permettent de veiller à ce qu'ils exercent dans les meilleures conditions.

>>> Répondre aux problèmes d'accès aux soins par des solutions adaptées aux patients et aux territoires :

- connaître mieux et tisser des liens avec les acteurs en santé locaux et institutionnels ;
- partager les rôles et les ressources pour proposer des réponses communes ;
- préserver et utiliser durablement les ressources et contribuer à la lutte contre le changement climatique.

Avec le Dr Lamine Haddad et Maximilien Courtois, One Clinic déploie un dispositif de télé-ophtalmologie mobile dans l'Essonne, les Yvelines, la Seine-et-Marne, le Maine-et-Loire, la Mayenne et prochainement quatre autres départements, offrant une réponse pertinente aux défis des déserts médicaux et du renoncement aux soins.

Club réfractif

Le club de formation en chirurgie réfractive – Saison 1

Ce club réunit des chirurgiens réfractifs autour d'une idée: la formation pratique par la pratique de la chirurgie réfractive. L'idée est de prendre en charge durant les 5 jours ouvrés de la semaine un interne de 4^e année ou de post-internat et de l'amener en situation de conduite chirurgicale réfractive.

Ce club réunit actuellement les Dr B. Ameline, M. Assouline, B. Briat (La Rochelle), J. Couillet (Montpellier), L. Gauthier (Saint-Jean-de Luz), M. Le Loir, O. Prisant (Paris), D. Pietrini (Paris), D. Chong-Sit (Paris). Le club fait aussi volontiers appel à d'autres éminents spécialistes. Le secrétariat est assuré par le Dr D.-A. Lebuissou.

La formation s'effectue dans les centres opératoires, sur tout le territoire national. Aucun enseignement théorique *ex cathedra* n'est délivré, aucun document n'est édité et, enfin, nulle attestation ne ponctue le déroulement. Avoir suivi un DIU de réfractive est un avantage mais pas une exigence.

La première session s'est déroulée du 20 au 24 mars 2023 (fig. 1 à 4).

Un IHP de fin de cursus a suivi plus de 7 chirurgiens sur 4 types de lasers Excimer et 3 lasers femto-secondes. Plus de 70 interventions ont été comptées. Le candidat retenu cette année est ravi et en mesure de débiter ses premières opérations avec l'accompagnement que le club continuera à lui apporter.

Les sessions suivantes se tiendront à partir de l'automne 2023.

Les inscriptions sont libres mais il n'y aura que 3 formations sur le cycle 2023-2024.



Fig. 1 à 4: Clichés de l'interne en compagnonnage à Paris et à Montpellier.

Le cursus est ouvert aux **internes titulaires français avec 6 stages validés en ophtalmologie**. Une des 4 places sera réservée aux assistants ou jeunes médecins de première ou seconde année de pratique. Les frais sont pris en charge par l'organisation que One Academy met en place.

Contact candidature: Virginie Caminade (medecin@cliniquevision.com).

La SAFIR en 2023



D. TOUBOUL
Président 2021-2023
toubould@gmail.com

Le comité de rédaction de la **“Revue de la clinique de la vision”** m’a confié la tâche de faire une description instantanée de la SAFIR et de ses actions en 2023. C’est avec plaisir et humilité que j’ai donc pu rédiger ces quelques lignes, certainement un peu incomplètes dans la partie de l’historique mais témoignant au moins partiellement de cette aventure humaine passionnante qui aura bientôt 25 ans d’existence et qui regroupe chaque année entre 500 et 600 membres actifs dans notre belle spécialité, déterminant le rayonnement de la chirurgie réfractive en France et au-delà.

L’historique de la SAFIR

Avant la SAFIR il y eut l’AFIR : l’Association française des implants et la chirurgie réfractive. Elle vit le jour après le premier congrès français sur le sujet, organisé à Cannes en 1977 par Léo Amar (Cannes) qui en fut le premier président, avec l’aide de Jacques Mawas, Jean-Louis Couderc, Dan Alexandre Lebuissou, Jacques Charleux, et le Professeur Jean Royer (Besançon), à l’époque le seul universitaire utilisant les implants intraoculaires. Toute une génération de titulaires de chaires avait en effet été marquée par les difficultés et les échecs de l’implant de Ridley et s’interrogeait sur le bénéfice des nouveaux

modèles. Philippe Sourdille fut le successeur de Léo Amar et le congrès annuel se tenait en province devant un auditoire limité de confrères passionnés par les implants de Binkhorst et Worst. La décision prise en 1986 de tenir le congrès à Paris en favorisa d’un coup la fréquentation. L’AFIR fut ensuite dissoute et remplacée par la SAFIR en 1998, association à but non lucratif régie par la loi de 1901, ayant pour titre la **“Société de l’association française des implants intra-oculaires et de chirurgie réfractive”**. Les fondateurs de la SAFIR furent : Jean Louis Arné, Georges Baïkoff, Joseph Colin, Nicole Francoz-Taillanter, Dan Alexandre Lebuissou (le premier président), Yvan Le Meur, Philippe Sourdille et Marc Weiser. Nous déplorons depuis les disparitions trop précoces de Joseph Colin et Marc Weiser en 2013 et 2021. Cette société se réunira ensuite régulièrement à Paris au sein du congrès annuel de la SFO, au Palais des Congrès de la porte Maillot, initialement installée dans l’amphithéâtre Bleu puis secondairement dans l’amphithéâtre Bordeaux.

Les missions et fonctionnement de la SAFIR

L’objet de l’association est de **“promouvoir toutes les méthodes de modification de la vision et d’amélioration des pathologies oculaires ainsi que la recherche scientifique”**. En pratique, les champs d’actions sont principalement orientés vers la pratique de la chirurgie cornéenne, cristallinienne et implantatoire. L’esprit associatif de la SAFIR consiste à promouvoir la plus grande mixité entre secteurs hospitalier et libéral, la province et la capitale, les jeunes praticiens et les plus expérimentés, les hommes et les femmes. Ses statuts ont été déposés en 1989, puis modifiés en 2007, et sont, pour cette année 2023, à nouveau en révision afin de s’adapter à nos plus récents modes de communication. Les moyens d’action officiels sont **“la tenue d’assemblées et de conférences, la publication d’informations périodiques, l’organisation de rencontres et de démonstrations”**. L’association est composée d’un conseil d’administration de douze membres, incluant un bureau actif avec six positions distinctes (président, vice-président, secrétaire, secrétaire adjoint, trésorier, trésorier adjoint). Il y a également un

conseil de surveillance, essentiellement constitué par les anciens présidents et trésoriers. Le bureau est renouvelé tous les deux ans par vote du conseil d'administration. Des comités opérationnels, ou groupes de travail, sont désignés par le bureau en cours de mandat et supervisés par le conseil de surveillance. Les membres de la SAFIR sont en général très actifs et fortement impliqués dans diverses missions de recherche et d'enseignements. Les principaux canaux de communication sont : la SFO, le COUF, les congrès régionaux et internationaux, les instances sanitaires et sociales, les publications tabloïdes et à comité de lecture, les plateformes universitaires comme le DIU de chirurgie réfractive, par exemple. Les échanges sont particulièrement importants avec les sociétés homologues du Maghreb (ATO, SAO, SMO, SAMIR) et l'ESCRS. Un congrès franco-israélo-marocain s'est également récemment tenu pour la première fois à Jérusalem (FIMO). La SAFIR est régulièrement interrogée par l'Académie nationale de médecine pour participer à des débats sur la spécialité, comme l'anesthésie en ophtalmologie ou la révision de la nomenclature des actes. Elle est devenue membre de l'Académie nationale de chirurgie en 2022 (ANC).

Les accomplissements récents de la SAFIR

La SAFIR tente d'innover en permanence et de maintenir des objectifs fixés environ tous les deux ans au décours de l'élection du nouveau président. Les deux dernières années ont vu quelques changements dans les suites d'un mandat compliqué par la pandémie de COVID-19. Quatre membres du CA ont pu être renouvelés, favorisant la jeunesse et la parité homme-femme. Le statut d'ambassadeur, introduit en 2020, a été testé et devrait apparaître dans la refonte des statuts. Le poste de trésorier a également été renouvelé, ce qui est peu fréquent. Un vibrant hommage fut rendu au cofondateur et ami Marc Weiser lors du congrès annuel 2022. Un nouveau prestataire (ALGA-AOS) a été désigné pour améliorer les actions menées par la SAFIR dans les domaines de l'événementiel, de la communication et de la gestion comptable. La nomination de trois comités opérationnels fut diligentée pour développer certaines actions, détaillées ci-dessous. La *figure 1* illustre l'organigramme fonctionnel de la SAFIR en 2023.

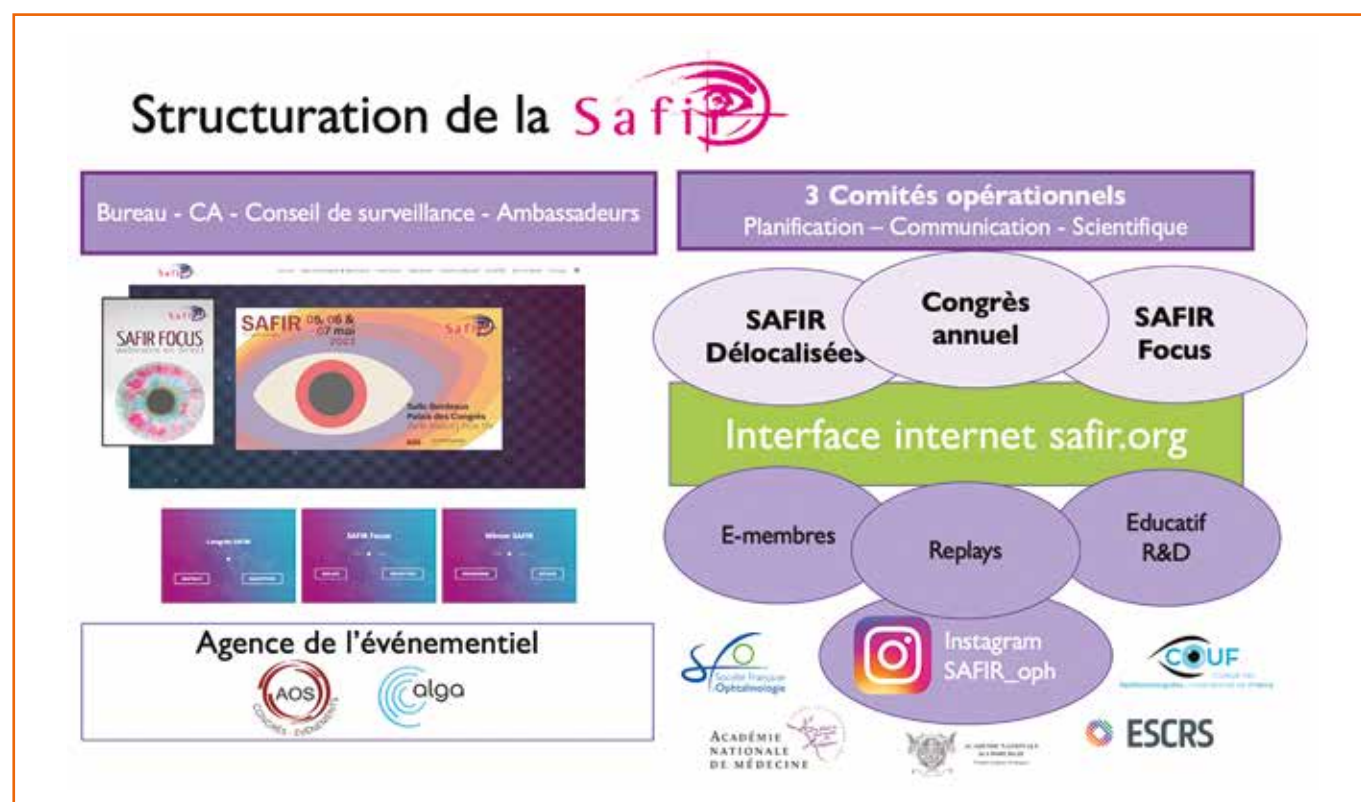


Fig.1 : Organigramme fonctionnel de la SAFIR en 2023.

>>> Comité de préparation des événements

Une amélioration notable des outils de préparation et de suivi des événements SAFIR a pu être établie et pérennisée. Les congrès 2022 et 2023 ont pu être organisés de manière plus fluide et efficace, en parfaite collaboration avec les équipes de la SFO. La durée du congrès annuel a été réduite de 2 à 1,5 jour en raison des restrictions de la SFO post COVID-19 mais la SAFIR s'est adaptée en instituant une soirée d'ouverture la veille du congrès, permettant un temps supplémentaire d'échanges. Deux congrès délocalisés en province (les Winter SAFIR lancées en 2014) à Strasbourg puis à Lyon ont également été organisés pour diffuser les nouveautés en régions. Un partenariat fort avec l'Association des internes de France (ANJO) est cultivé avec une session master class junior à chaque congrès. Le prix Marc Weiser pour la meilleure communication sur la cataracte complète, le prix Joseph Colin de la meilleure communication sur la cornée et le prix de la meilleure vidéo du congrès annuel ont été attribués. Le bilan comptable est largement excédentaire pour 2022 et 2023. Un soutien logistique a été attribué au nouveau trésorier pour faciliter la comptabilité de la SAFIR. Plus de 600 inscrits ont été comptabilisés au congrès 2022.

>>> Comité des actions de communication

Un nouveau prestataire a été désigné pour rénover le site internet **saafir.org** et entamer un important virage numérique permettant, entre autres : la préparation des programmes, les inscriptions en ligne, la gestion de newsletters, l'accès aux replays des événements SAFIR, l'addition de contenus à jour pour les professionnels et le grand public, la diffusion sur les réseaux sociaux (Instagram **SAFIR_oph**). Pour la première fois dans un mandat, quatre webinaires de type "SAFIR focus" ont été proposés dans un format virtuel d'1h30 à 20h00, sur des sujets d'actualité. Ils ont rencontré un vif succès à chaque fois. Des enquêtes en ligne sont également en cours afin de publier les habitudes chirurgicales des ophtalmologistes français lors du congrès annuel. La SAFIR a participé à deux sessions de l'Académie en 2022, dont l'une fut consacrée au laser femtoseconde, en présence du Prix Nobel de physique 2018, Gerard Mourou. Le label SAFIR a été apposé sur plusieurs sessions thématiques dans les congrès régionaux (JRO, TRIO, innovation en chirurgie réfractive, SOFEM). Enfin, le statut de "**e-membre**" a été

introduit pour permettre de devenir adhérent sans pour autant payer l'accès au congrès, notamment pour offrir à la francophonie les contenus et les avantages mis en ligne par la SAFIR. La gratuité des inscriptions a été proposée pour les orthoptistes universitaires, comme c'est déjà le cas pour les internes, chefs de clinique, assistants et docteurs juniors.

>>> Comité des actions de recherche scientifique

Un premier projet pilote, soutenu financièrement par la SAFIR, fut proposé pour mettre prochainement à disposition des adhérents un outil de simulation optique dévoué à la compréhension des aberrations optiques de l'œil. Débuté en septembre 2022, il devrait aboutir à une première version fin 2023. L'interaction avec l'industrie a été amplifiée par un plus grand nombre de symposiums durant les congrès et par la proposition au congrès 2023 d'une nouvelle catégorie de session dénommée "*innovation time*", dévoilant, entre autres, les produits de demain.

Projets à venir

Le conseil d'administration souhaite amplifier la portée des actions menées par la SAFIR pour les années à venir. 2023 devrait voir l'achèvement de l'outil internet, l'essor du statut de e-membre, la multiplication des webinaires didactiques, l'arrivée du premier projet de R & D SAFIR, la multiplication des sondages d'opinion. Un travail sur les recommandations de la SAFIR pour la chirurgie réfractive et la refonte nécessaire des statuts de l'association seront également inscrits sur la feuille de route.

Conclusion

Depuis presque 25 ans, la SAFIR est une société savante qui fait preuve d'un grand dynamisme pour défendre et promouvoir la chirurgie réfractive cornéenne et implantatoire française, dans un subtil mélange de valeurs académiques et pratiques. La qualité de son ouvrage dépend de l'implication de tous ses membres à travers l'adhésion aux décisions du conseil d'administration, la soumission de communications et la présence aux événements.

Remerciements à Messieurs Sourdille, Lebuisson, Prisant et Rozot pour l'aide à la rédaction de cet article.

Liens utiles

- Site internet de la SAFIR www.safir.org
- Compte Instagram SAFIR [SAFIR_oph](https://www.instagram.com/safir_oph)

Quelques photos souvenirs de la SAFIR



2020 : Une année SAFIR en zoom (C. Albou-Ganem, D. Touboul, O. Prisant, A. Saad, P. Rozot, L. Trinh, D. Monnet, P. Bouchut, A. Danan, T. Amzallag, N. Mesplié, B. Cochener).



2021 : SAFIR Winter de Strasbourg (L. Trinh, A. Grise-Dulac, N. Mesplié, O. Prisant, P. Rozot, D. Monnet, A. Denoyer, D. Touboul).



2022 : Lancement des premiers SAFIR focus.



2022 : Congrès annuel dans l'amphithéâtre de Bordeaux, à la sortie de la période COVID-19.



2013 : Nos fondateurs disparus, Joseph et Marc, en compagnie de Cati.



1989 : Premier bureau de la SAFIR (M. Weiser, J. Baikoff, D.-A. Lebuissou, Y. Le Meur, J.-L. Arné, N. Francoz, J. Colin, avec l'invité L. Buratto tout à droite).

Exercice professionnel

■ Comment se former en chirurgie réfractive?	26
A. Sikorav	
■ ophtawiki.com: le site internet de partage d'expériences cliniques des ophtalmologistes	29
A. Thomas-Lavaud, C. Albou Ganem	
■ La consultation en chirurgie réfractive	32
C. Albou-Ganem	
■ Système expert Ariane-InSight (Mikajaki) pour la chirurgie réfractive: <i>update 2023</i>	35
M. Assouline	
■ Bénéfices de la sophrologie en chirurgie réfractive	41
V. Caminade	
■ Orthoptistes: renouvellement optique, primo-prescription, protocole... Où en est-on en 2023?	46
V. Dedes	
■ Télémédecine en magasin d'optique: opportunité ou menace pour les ophtalmologistes?	51
V. Dedes, C. Gruchala	

Comment se former en chirurgie réfractive ?



A. SIKORAV

Ophtalmologiste, directrice de la communication et de la coordination médicale de One Clinic.
dr.annesikorav@one.fr

Chacun sait, est-il besoin de le souligner, que la chirurgie réfractive est une compétence concurrentielle et prisée. De nombreux ophtalmologistes souhaitent se former à cette pratique. Mais il n'est pas simple de l'apprendre et cela reste un parcours un peu particulier. En effet, l'enseignement théorique (et pratique) est encore peu répandu au cours de la formation initiale et l'apprentissage de la chirurgie réfractive se fait de nos jours majoritairement au cours de la vie professionnelle. Le compagnonnage chirurgical reste un des piliers essentiels de cet apprentissage.

De la théorie...

En France, peu d'internes bénéficient d'un enseignement hospitalo-universitaire spécialisé en chirurgie réfractive. En effet, les services hospitaliers dédiés uniquement à cette discipline sont encore peu nombreux à travers le territoire.

Plusieurs possibilités existent pour se former en chirurgie réfractive. Voici ce que nous avons répertorié sur le plan théorique, en essayant d'être le plus exhaustifs possible.

1. Lecture de la littérature scientifique

Il s'agit de la littérature à comité de lecture (souvent en anglais) et des revues sans comité de lecture, ainsi que cet exemplaire annuel édité par la Clinique de la Vision que vous avez entre vos mains.

2. Participation à des congrès de chirurgie réfractive

L'ASCRS (*American Society of Cataract and Refractive Surgery*), l'ESCRS (*European Society of Cataract and Refractive Surgeons*) et la SAFIR (Société de l'Association Française des Implants intraoculaires et de Chirurgie Réfractive), lors de la SFO (Société Française d'Ophtalmologie), ou encore le congrès Chirurgie réfractive et Innovations : ces congrès sont nombreux et permettent d'appréhender les dernières innovations technologiques, mais aussi de bénéficier de sessions de formation menées par des experts.

3. Participation à des formations ponctuelles

Plusieurs supports de formations théoriques ponctuelles sont disponibles. Parmi eux, on pourra ainsi citer :

>>> Le diplôme inter-universitaire de chirurgie réfractive et de phacoémulsification, coordonné par les universités de Bordeaux, Brest, Paris et Toulouse.

>>> Les webinars.

>>> Le site internet collaboratif OpthaWiki (ophtawiki.com), avec sa branche de chirurgie réfractive RéfraWiki (refrawiki.wixsite.com/website), qui permet d'aborder des cas cliniques pratiques commentés par des spécialistes de chirurgie réfractive.

>>> D'autres supports ponctuels, axés sur les techniques chirurgicales, comme les vidéos YouTube explicatives

des chirurgiens réfractifs, qui peuvent constituer une excellente approche d'apprentissage, à ne pas négliger !

4. Formation premium développée par One Académie

À ce jour, il faut noter qu'il n'existe aucune formation DPC (développement professionnel continu) sur la chirurgie réfractive. En effet, cette thématique ne fait pas partie des orientations nationales validées par l'ANDPC (Agence nationale du développement professionnel continu).

Notre groupe One Clinic – Clinique de la Vision s'est doté depuis cette année d'un organisme de formation : One Académie. L'objectif de cet institut est de permettre à l'ensemble des praticiens de mettre à jour leurs connaissances et d'enrichir leurs compétences selon les dernières recommandations, y compris pour des thématiques non retenues par les orientations de l'ANDPC, comme la chirurgie réfractive.

Différentes vidéos de formation, accessibles à tous, ont ainsi été enregistrées et seront disponibles prochainement sur le site internet de One Académie. Des *master-class* dirigées par des experts sont aussi prévues en présentiel, en petit comité. Parmi les différentes sessions filmées que j'ai eu le plaisir d'animer, ce sont ainsi les renommées Drs Cati Albou-Ganem et Barbara Ameline-Chalumeau qui se sont prêtées au jeu pour la chirurgie réfractive (*fig. 1*). Bientôt sur vos écrans...



Fig. 1 : Formation One Académie : chirurgie réfractive. Photo du tournage en décembre 2022 avec les Drs Ameline-Chalumeau, Sikorav et Albou-Ganem (de gauche à droite).

... À la pratique

1. Poser les bonnes indications et connaître les techniques chirurgicales

Les chirurgiens réfractifs sont unanimes, "connaître la théorie" n'est pas suffisant et l'apprentissage de la chirurgie réfractive se fonde sur deux éléments :

- savoir sélectionner de manière rigoureuse les patients opérables (de façon très schématique, on peut considérer qu'il existe 90 % d'indications évidentes et 10 % de plus compliquées) ;
- se former sur le plan de la technique chirurgicale.

2. Se former en compagnonnage

Que l'on soit jeune interne, assistant ou encore praticien plus avancé, il est ainsi essentiel de rentrer en contact avec des chirurgiens réfractifs et de "s'imprégner" à leur contact :

- en assistant aux consultations afin d'échanger sur les pratiques : afin de comprendre l'importance de la bonne technicité des investigations (avec l'aide d'orthoptistes aguerris) et de leurs interprétations, discuter des interventions et valider les bonnes indications, mais aussi connaître les éléments du discours face au patient (explications sur les techniques, les suites opératoires, les effets indésirables...);
- en rentrant au bloc opératoire afin de pouvoir intégrer les techniques chirurgicales, et cela, quel que soit son niveau d'expertise initiale. Étant donné l'évolution constante des techniques grâce à l'innovation, il est aussi primordial d'avoir la possibilité de se former aux dernières technologies.

Il ne faudra pas non plus oublier l'utilité des sessions de formation pratique en chirurgie réfractive, en présence de chirurgiens réfractifs "instructeurs", afin de se familiariser aux techniques laser, que ce soit pour une première approche ou pour un perfectionnement. À cet effet, à la Clinique de la Vision Paris, le Club de chirurgie réfractive (*fig. 2*) organise depuis cette année en France des sessions de compagnonnage personnalisées pour les internes et assistants/chefs de clinique, en partenariat avec One Clinic.

Enfin, pour se rassurer, le chirurgien réfractif en formation pourra solliciter un chirurgien plus expérimenté



Fig. 2 : Club de chirurgie réfractive, Clinique de la vision, Paris. Première session en 2023.

pour lui apporter une aide chirurgicale lors de ses “premières interventions” au bloc opératoire.

On rappellera aussi que la chirurgie réfractive donne d'excellents résultats, précis et stables, avec une grande sécurité, à condition que plusieurs critères soient bien remplis: la réalisation d'un bilan préopératoire précis

et complet, la bonne compréhension des besoins visuels des patients, des indications opératoires bien posées et, bien sûr, une chirurgie bien réalisée... Ce qui exige donc bien une formation complète, à la fois théorique et pratique.

Conclusion

La formation à la chirurgie réfractive repose sur la combinaison d'un apprentissage mixte, théorique et pratique. La place du compagnonnage est essentielle. Cependant, il est nécessaire de garder en tête que la formation ne fait pas tout. Il faudra aussi s'armer de détermination et de patience pour se faire une place et une notoriété dans cette spécialité très concurrentielle, mais aussi pour avoir des patients à opérer. Et pour cela, il n'existe pas de recette magique...

L'auteure est directrice de la communication et de la coordination médicale de One Clinic.

ophtawiki.com : le site internet de partage d'expériences cliniques des ophtalmologistes



A. THOMAS-LAUD, C. ALBOU-GANEM
Clinique de la Vision - Visya, PARIS.
contact@ophtawiki.com

Le site www.ophtawiki.com est un site internet réservé aux ophtalmologistes, gratuit et pratique. Il permet à tout ophtalmologiste membre du site de visualiser ou de partager des cas cliniques ou des vidéos d'ophtalmologie.

L'idée fondatrice

Le site a été créé en 2022 par deux ophtalmologistes (les Drs Cati Albou Ganem et Agnès Thomas Lavaud). L'idée était d'utiliser ce formidable outil de communication qu'est internet afin de permettre facilement à des ophtalmologistes de partager leur expérience clinique.

Le contenu du site (fig. 1)

Le projet est que toutes les surspécialités de l'ophtalmologie soient représentées.

Aujourd'hui, le site contient six thématiques : RefraWiki dédié à la chirurgie réfractive, Glaucomawiki au



Fig. 1 : Écran d'accueil du site www.ophtawiki.com présentant une partie des différentes sur-spécialités du site.

glaucome, RetinaWiki à la rétine, CorneaWiki à la cornée, KidWiki à la strabologie et à l'ophtalmopédiatrie et Blephawiki aux paupières.

La partie du site dédiée à la chirurgie réfractive (RefraWiki) est aujourd'hui la plus développée. C'est donc celle que nous présentons dans cet article.

Le contenu de la thématique RefraWiki

RefraWiki traite de la chirurgie réfractive, que ce soit la chirurgie ablative au laser ou la chirurgie additive avec les implants phaqes ou les implants après extraction du cristallin.

1. Quelques données

En février 2023, on retrouve en ligne sur le site RefraWiki plus de cinquante cas cliniques de chirurgie réfractive, dix vidéos et plus de dix *hot topics*.

Parmi les utilisateurs, une dizaine d'experts en chirurgie réfractive partage régulièrement des avis sur des cas cliniques, plus de 150 ophtalmologistes sont membres et on dénombre plus de 1 800 vues.

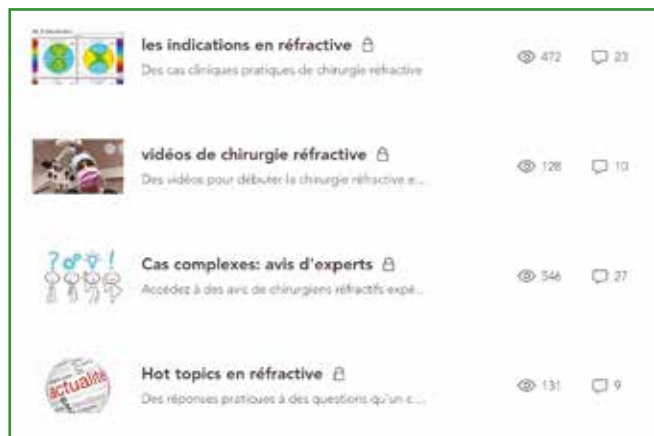


Fig. 2 : Catégories du site RefraWiki: thématique d'OphtaWiki consacrée à la chirurgie réfractive.

2. Les thématiques de RefraWiki

Le site se divise en quatre catégories, (fig. 2) toutes accessibles uniquement aux ophtalmologistes membres: indications, vidéos, cas complexes, avis d'expert, hot topics.

3. Les différentes catégories de RefraWiki

● Catégorie: cas complexes, avis d'experts

Cette catégorie permet à tout ophtalmologiste de soumettre un cas clinique qui sera discuté et argumenté par des "experts" en chirurgie réfractive. Les résultats de cette discussion seront transmis à l'ophtalmologiste qui a soumis le cas. Le cas sera ensuite mis en ligne et accessible aux ophtalmologistes membres. Certains cas obtiennent rapidement une conclusion qui fait l'unanimité parmi les experts, d'autres entraînent de véritables débats! Le record d'avis publiés pour un seul cas a été 31!

La synthèse de ces avis éclairés est souvent enrichissante.

Point important, le cas clinique, l'ophtalmologiste qui le soumet et les experts sont anonymisés.

Sont considérés comme experts, des chirurgiens ophtalmologistes ayant une expérience importante et reconnue en chirurgie réfractive.

Voici la liste des experts donnant régulièrement leur avis sur les cas soumis: Dr Cati Albou Ganem (Paris), Dr Pierre Bouchut (Bordeaux), Dr Florent Costantini (Paris), Dr Alain Hagege (Paris), Dr Nicolas Mesplé

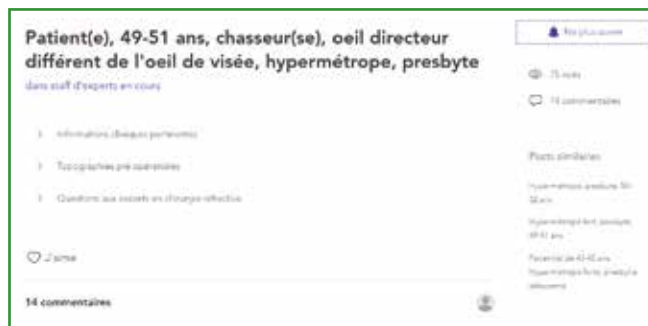


Fig. 3 : Exemple d'un cas clinique soumis par un ophtalmologiste pour avis d'experts sur le site www.ophtawiki.com (thématique Refrawiki: dédiée à la chirurgie réfractive).

(Saint-Jean-de-Luz), Dr Pierre Levy (Montpellier), Dr Claude Pages (Meaux), Dr Olivier Prisant (Paris), Dr Alain Saad (Paris), Dr Marie Weissrock (Strasbourg).

Pour soumettre un cas, il suffit d'être ophtalmologiste et d'envoyer par mail le dossier (anonymisé ou non) et la question posée à l'adresse suivante: contact@ophtawiki.com (fig. 3).

Autre point important: si ce site a pour but d'aider les ophtalmologistes dans leur prise de décision, la décision thérapeutique revient à l'ophtalmologiste qui suit le patient et qui en est responsable. En aucun cas, les experts qui partagent leur avis sur le site www.ophtawiki.com ne pourront être tenus responsables du résultat de l'indication posée ou la thérapeutique envisagée.

Voici un exemple d'un cas soumis à avis d'experts via le site: patient de 50 ans, hypermétrope, presbyte et chasseur, dont l'œil directeur n'est pas l'œil de visée.

La question posée aux experts portait sur la programmation du PresbyLASIK. Ce cas a suscité un débat parmi les experts et a recueilli quatorze avis.

Aujourd'hui plus de trente cas cliniques différents ont été soumis pour avis d'experts sur RefraWiki. Grâce à la réactivité des experts, une réponse est rendue en 48-72 heures après soumission.

Des thématiques très diverses ont été abordées: indications opératoires dans des cas de fortes amétropies, de topographies cornéennes limites; aide au choix d'un implant; réintervention chez des patients ayant un antécédent de chirurgie réfractive.

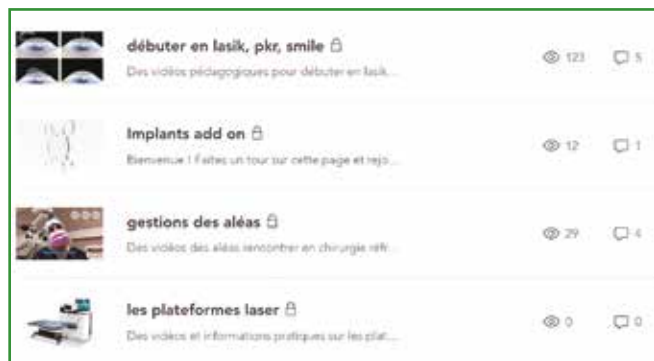


Fig. 4 : Présentations des différentes sous-catégories de la catégorie : vidéo en chirurgie réfractive de RefraWiki la partie du site www.ophtawiki.com dédiée à la chirurgie réfractive.

● Catégorie “Vidéo en chirurgie réfractive”

Cette thématique est organisée en quatre sous-catégories : (fig. 4)

- débuter en LASIK PKR et SMILE, avec des vidéos de chirurgie réfractive classiques ainsi que des vidéos pédagogiques, avec des trucs et astuces pour mieux les réaliser ;
- les implants *add on* ;
- gestion des aléas en chirurgie laser ;
- les plateformes laser.

● Catégorie “Indications en chirurgie réfractive”

Dans cette catégorie, les cas cliniques y sont classés par amétropie : myopie, hypermétropie, astigmatisme et, bien sûr, presbytie. Tous les cas cliniques sont anonymes.

L’objectif est de partager des cas cliniques de patients opérés démontrant qu’en 2023, la chirurgie réfractive n’est pas uniquement réservée à la myopie. La chirurgie des autres amétropies donne d’excellents résultats. Certains patients, désireux de se passer de leur correction optique vont naturellement se renseigner auprès de leur ophtalmologiste. Il est donc important que celui-ci puisse les renseigner au mieux, même s’il ne pratique pas la chirurgie réfractive.

● Catégorie “Hot topics en chirurgie réfractive”

Cette catégorie permet à tout ophtalmologiste d’aborder un sujet en lien avec la chirurgie réfractive, ou de poser une question générale de chirurgie réfractive. La publication y est libre.

Différentes thématiques très diverses ont déjà été abordées, comme l’indication du PresbyLASIK chez un patient ne tolérant pas les verres progressifs, la bascule *vs* la multifocalité.

En pratique

● Comment devenir membre ? (fig. 5)

L’accès au site est gratuit pour tout ophtalmologiste qui en fait la demande. Il suffit de se connecter sur le site (www.ophtawiki.com), cliquer dans n’importe quel contenu de la catégorie RefraWiki. Cet accès est initialement refusé et une demande de connexion est proposée pour s’inscrire sur le site. Un email demandant la preuve de l’identité professionnelle est envoyé puisque le site est réservé aux ophtalmologistes. La demande est validée après réception de cette preuve. Vous pourrez ensuite consulter le contenu du site en vous connectant avec le mot de passe que vous aurez choisi.

● Comment soumettre un cas clinique pour avis ?

Il suffit d’envoyer le cas clinique par mail à contact@ophtawiki.com, anonymisé ou non.



Fig. 5 : Procédure de demande d’inscription à RefraWiki, la partie de www.ophtawiki.com dédiée à la chirurgie réfractive.

Conclusion

Le site OphtaWiki.com et particulièrement RefraWiki (dédié à la chirurgie réfractive) permettent aux ophtalmologistes qui le souhaitent de confronter leurs expériences cliniques et de partager une information médicale de qualité.

C’est un site collaboratif dont le contenu s’enrichit jour après jour.

Si le concept vous intéresse : devenez membre, devenez expert, partagez du contenu...

En espérant que le site vous rendra service.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d’intérêts concernant les données publiées dans cet article.

La consultation en chirurgie réfractive



C. ALBOU-GANEM
Clinique de la Vision-Visya, PARIS.
cati@albou-ganem.com

La technique réfractive est de nos jours d'une extrême précision.

La technique a été largement simplifiée depuis qu'elle est devenue tout laser et la sécurité s'est accrue.

Le résultat et la satisfaction des patients dépendent aujourd'hui essentiellement de la qualité du bilan préopératoire.

Il est donc capital que celui-ci soit performant et que le patient soit parfaitement informé des résultats qu'il pourra attendre de cette intervention et des risques encourus, même si les complications sont exceptionnelles avec les techniques actuelles.

Déroulement de la consultation en chirurgie réfractive dans notre pratique

L'équipe globale est composée d'une secrétaire, d'une orthoptiste, d'une sophrologue, d'une optométriste, d'une ophtalmologiste.

>>> La secrétaire accueille les patients, leur donne les questionnaires pour préciser leur âge, leur profession, leurs habitudes de vie, leurs besoins visuels, le

For usage in the clinic: Speed Score Total (Frequency + Severity) =

Questionnaire SPEED

NOM: _____ (Prénom) _____ (Nom) Date: ____/____/____

Date de naissance: ____/____/____ Sexe: M F

A quelle fréquence ressentez-vous les symptômes suivants?

Symptômes	Jamais (0)	Parfois (1)	Souvent (2)	Constantement (3)
Sécheresse, sensation d'avoir des grains de sable/poussière dans l'œil, démangeaisons				
Sensation de douleur ou d'irritation				
Sensation de brûlure ou de larmoiement				
Fatigue oculaire				

Quelle est la sévérité de vos symptômes ?

Symptômes	Pas de problème (0)	Tolérable - Pas parfait mais pas gênant pour les activités quotidiennes (1)	Inconfortable - Irritant mais pas gênant pour les activités quotidiennes (2)	Ennuyant - Irritant et gênant pour les activités quotidiennes (3)	Insupportable - Cela s'empêche de réaliser mes activités quotidiennes (4)
Sécheresse, sensation d'avoir des grains de sable/poussière dans l'œil, démangeaisons					
Sensation de douleur ou d'irritation					
Sensation de brûlure ou de larmoiement					
Fatigue oculaire					

Quand avez-vous ressenti ces symptômes?

() aujourd'hui () ces dernières 72 heures () ces 3 derniers mois

Activités	Oui	Non
Avez-vous des difficultés pour lire?		
Avez-vous des difficultés pour utiliser un ordinateur?		
Avez-vous des difficultés pour conduire?		
Avez-vous des difficultés pour regarder la télé?		
Avez-vous des difficultés pour porter des lentilles de contact?		
Avez-vous des difficultés pour être dehors?		
Est-ce que vos symptômes s'aggravent au cours de la journée?		

Utilisez-vous des gouttes ou des gels? OUI NON (encadrer)
Si oui, quelles gouttes utilisez-vous? A quelle fréquence?

Vous a-t-on diagnostiqué une biphésie ou avez-vous été traité pour un chalazion?
Biphésie OUI NON (encadrer)
Chalazion OUI NON (encadrer)

De quelle manière, la sécheresse oculaire influence-t-elle le plus votre vie?

Fig. 1 : Questionnaire SPEED

questionnaire SPEED (fig. 1) pour rechercher et quantifier les éventuels symptômes de sécheresse oculaire.

>>> L'orthoptiste réalise la réfraction, la recherche de l'œil dominant, la tolérance à la monovision en myopisant l'œil dominé par l'addition d'un verre convergent de 1,5 à 2 D en expliquant aux patients, le but recherché. Elle vérifie l'oculomotricité et l'absence de contre-indication orthoptique à la chirurgie réfractive. Elle s'occupe de tous les examens complémentaires nécessaires au bilan d'une chirurgie réfractive: topographie avec plusieurs plateformes pour l'analyse de la morphologie de la cornée (courbure, forme, pachymétrie...), aberrométrie, OCT du segment antérieur, mapping épithélial si



Fig. 2 : Ligne de réfraction Glasspop.

une TranPKR est envisagée, OCT de l'aire maculaire, rétinophoto, microscopie spéculaire avec mesure de la densité épithéliale si une chirurgie endoculaire est prévue: implant phaqué ou ablation du cristallin, biométrie optique si une chirurgie du cristallin est prévue.

La réfraction est réalisée grâce au système Glasspop (fig. 2) qui représente un important outil de productivité pour une consultation de chirurgie réfractive, d'une part grâce son design ultra compact qui permet un gain de place majeur. D'autre part le concept de "self-réfraction" apporte une touche technologique et une expérience patient unique sans égal pour l'image du cabinet. Enfin la précision des résultats est extrêmement utile pour la réflexion thérapeutique avec une double sortie offrant une réfraction saturée au maximum et une deuxième conseillée pour la délivrance d'une correction optique. Le tout libère du temps aux équipes médicales et paramédicales pour augmenter la qualité de la consultation préopératoire.

>>> La chirurgie réfractive, qu'elle soit ablative au laser, additive avec un implant phaqué ou après ablation du cristallin, impose une surface oculaire saine. Un examen de la qualité du film lacrymal avec analyse des glandes

de Meibomius est indispensable surtout si le SPEED est supérieur à 8. De nombreuses plateformes existent. Le *LipiView* est l'une d'entre elles. Basée sur l'interférométrie de la surface oculaire, elle mesure l'épaisseur de la couche lipidique, analyse la dynamique des clignements et permet d'obtenir des images des glandes de Meibomius par la combinaison d'une meibographie infrarouge de surface et d'une transillumination infrarouge des paupières inférieures (fig. 3). Cet examen est également réalisé par l'orthoptiste. Ce bilan est ensuite complété par une consultation de sophrologie. La sophrologie, qui vise le renfort de l'équilibre entre nos émotions, nos cognitions et nos comportements, permet à une personne de consolider ses structures aussi bien physiques que mentales, donc la gestion des manifestations psychosomatiques. Elle accompagne ainsi les patients atteints de sécheresse oculaire, une fois le diagnostic confirmé, afin de leur permettre de se faire opérer après stabilisation de la surface oculaire.

>>> Une fois la totalité des examens accomplis, ils sont analysés par l'ophtalmologiste qui réalise l'examen biomicroscopique du segment antérieur, sans oublier le film lacrymal, la conjonctive et les paupières. La technique la mieux adaptée au patient est choisie en fonction des



Fig. 3 : Meibographie normale.

réponses à l'interrogatoire, des souhaits des patients et de leurs besoins visuels. La technique est expliquée clairement, les objectifs et les aléas décrits en particulier chez les patients presbytes, qu'ils soient opérés en PresbyLASIK ou en chirurgie du cristallin. Il est important de ne jamais promettre au patient une vision parfaite sans correction car celle-ci peut être nécessaire pour certaines activités précises, surtout si l'amétropie de départ est importante.

>>> La secrétaire intervient ensuite. Elle donne au patient le dossier avec les explications concernant la technique opératoire choisie, les précautions à prendre avant et après l'intervention, l'ordonnance du traitement postopératoire, le devis et la fiche SFO, le rendez-vous opératoire le cas échéant, les contacts avec les adresses mails du secrétariat et du chirurgien, le numéro de téléphone portable et l'URL du site internet du chirurgien.

>>> Le patient termine le circuit avec l'optométriste qui explique le déroulement de l'intervention, reprend tous les éléments du dossier et répond aux questions.

L'environnement

Le cabinet de consultation est un centre ophtalmologique dans lequel huit ophtalmologistes ayant des hyperspécialités différentes consultent avec une orthoptiste chacun et deux secrétaires. La plupart sont des

chirurgiens du segment antérieur. Une optométriste spécialisée en contactologie s'occupe de l'adaptation des lentilles des cas complexes, surtout pour la presbytie, l'orthokératologie et l'adaptation des kératocônes.

Un centre de la presbytie a été créé afin d'informer les patients sur les différentes options de la correction de la presbytie et leur proposer, au terme d'un bilan ophtalmologique complet, lunettes, lentilles ou chirurgie.

Les médias

En 2023, la communication des praticiens envers leurs patients est devenue un enjeu important, en particulier dans le domaine de la chirurgie réfractive et les procédures premium.

Nous sommes passés par DigiDocteur qui propose une bibliothèque de vidéos pédagogiques HD en 3D pour les salles d'attente médicales.

Tous les contenus sont vérifiés et validés par un conseil scientifique indépendant de qualité.

La présence sur les réseaux (LinkedIn, Instagram ou avis Google) ne doit pas être oubliée.

Conclusion

Un cabinet de consultation en chirurgie réfractive impose l'utilisation des moyens modernes d'aide à la consultation afin que le chirurgien puisse consacrer plus de temps à son patient pour mieux l'informer et répondre à ses questions. Les moyens sont à la fois humains, avec une équipe connaissant parfaitement la chirurgie réfractive, mais aussi techniques et technologiques, pour obtenir rapidement les données de l'examen ophtalmologique et du bilan préopératoire.

L'auteure a déclaré avoir des liens d'intérêts avec Bausch+Lomb.

Système expert Ariane-InSight (Mikajaki) pour la chirurgie réfractive: *update 2023*



M. ASSOULINE

Clinique de la Vision et Centre Léna Vision, PARIS.

dr.assouline@gmail.com

En préambule

La prise en charge chirurgicale des troubles de la réfraction s'est diversifiée depuis 30 ans pour optimiser le rapport bénéfice sur risque de chaque intervention en fonction de critères de prédictibilité, de sécurité et de stabilité spécifiques, liés aux méthodes disponibles (*precision medicine*), ainsi que des caractéristiques individuelles du patient, de ses contraintes anatomiques et de ses défauts optiques (*personalized medicine*).

Le processus de décision permettant à chaque chirurgien de choisir l'approche thérapeutique la plus appropriée pour chacun de ses patients est à présent sous-tendu par un grand nombre de règles applicables, guidées par les connaissances scientifiques, en évolution constante (*evidence based medicine*), ainsi qu'une séquence de calculs spécifiques propres aux techniques ablatives (zone optique nominale, stroma résiduel, kératométrie limite, nomogramme correctifs...), additives (profondeur de la chambre antérieure, ouverture de l'angle, diamètre ciliaire, alignement vectoriel...) ou substitutives (calcul et alignement des implants intraoculaires...).

La survenue d'erreurs humaines au cours de ce processus n'est pas exceptionnelle, du fait de l'augmentation des volumes d'activité limitant le temps médical consacré à la réflexion individuelle, de la multiplication des acteurs impliqués dans la chaîne d'événements requise, de la complexité croissante des étapes intellectuelles nécessaires, ou plus simplement du niveau d'expérience ou d'attention parfois insuffisant des opérateurs et de leurs assistants.

Notre expérience personnelle de la prise en charge des complications de la chirurgie réfractive depuis plus de 30 ans, que nous avons conceptualisée depuis 2000 en tant que modérateur du cours annuel "*Prevention and Management of Lasik Complications*" de la Société européenne de chirurgie réfractive et de la cataracte (ESCRS), suggère qu'une part importante des problèmes rencontrés, bénins ou plus sérieux, est liée à une compréhension insuffisante ou une non-application des règles assez strictes applicables dans les indications opératoires. Les erreurs les plus fréquentes concernent l'usage de traitements ablatifs dans des indications excessives (forte myopie ou forte hypermétropie) au détriment de la qualité de vision, résultant d'une asphéricité inappropriée (zone optique étroite, angle kappa ou kératométrie finale limite), souvent du fait du manque d'expérience des indications des méthodes alternatives (implants phaqes) [1, 2].

En chirurgie de la cataracte, le taux d'erreur d'implantation (patient, côté, modèle, puissance) a été évalué récemment de façon conservatrice à 7 cas sur 100 000 [3], un taux probablement très en dessous de la réalité.

Les avancées de la santé digitale (*digital health*), telles que l'imagerie numérique, l'opto-électronique, la robotique,

les agents conversationnels ou l'intelligence artificielle (IA), offrent une opportunité réelle de "sous-traiter" et de contrôler de façon plus méthodique et efficace les tâches logiques élémentaires ou plus sophistiquées, nécessaires à cette prise de décision, afin d'en accélérer le processus et d'en renforcer l'objectivité et la fiabilité. Ces systèmes n'ont pour l'instant pas vocation à se substituer au praticien, mais surtout de l'assister pour en accroître la performance (*augmented medicine*), et apporter ainsi une meilleure efficacité et sécurité au patient.

Un exemple remarquable de cette approche par l'innovation technologique est celui de la chirurgie ablative guidée par l'aberrométrie asservie à la reconnaissance irienne (que nous avons contribué à développer et diffuser avec la société Bausch + Lomb). Afin de s'affranchir du triple risque d'erreur humaine de patient, de côté ou de modalité thérapeutique, non rare et lourd de conséquences en chirurgie réfractive, une séquence digitale unique a été mise au point pour lier de façon irréversible l'information sur le traitement ablatif à appliquer tenant compte de l'amétropie et des caractéristiques du front d'onde oculaire et de l'anatomie cornéenne et pupillaire, et l'identification de l'œil à traiter par la reconnaissance de l'iris, un paramètre biométrique plus fiable que l'empreinte digitale.

Ariane-InSight (Mikajaki)

Nous présentons dans cet article les grandes lignes de la mise à jour de notre système expert d'aide à la décision en chirurgie réfractive. Nous avons tiré parti du recueil automatisé des données subjectives et objectives multimodales permis par la station robotique EyeLib de Mikajaki pour concevoir un algorithme décisionnel étendu à toutes les applications de la chirurgie réfractive.

Les données objectives multimodales acquises par la station EyeLib (réfractométrie, aberrométrie, topographie d'élévation, carte épithéliale OCT, OCT antérieur, imagerie Scheimpflug du segment antérieur, analyse automatisée de l'image de rétroillumination pupillaire, biométrie OCT, OCT postérieur) constituent un *dataset* suffisamment exhaustif pour alimenter l'ensemble d'algorithmes d'intelligence artificielle (prédiction de la réfraction subjective, détection automatisée de la cataracte ou d'un implant intraoculaire, diagnostic automatisé du kératocône, éligibilité optique et anatomique aux méthodes

de chirurgie réfractive) nécessaires pour assister efficacement le chirurgien dans la détermination de l'indication opératoire de chirurgie réfractive la plus pertinente.

Le processus est entièrement automatisé (*self-service* supervisé) et très rapide (la réalisation des examens permet d'obtenir l'ensemble des données objectives en 4 à 5 minutes et l'édition du rapport est finalisée en 1 minute).

Nous avons présenté en 2022 [4] une première version de ce logiciel expert dédié à l'éligibilité et à la sélection des chirurgies réfractives. Nous avons étendu notre modèle pour y intégrer la prise en charge du kératocône et de la cataracte, et approfondir le niveau de résolution des fonctions de sélection des applications réfractives (type de profil ablatif, type d'implant par exemple), en augmentant le nombre de paramètres pris en charge et de règles applicables.

Ce nouvel algorithme décisionnel applique à présent de façon conditionnelle à une centaine de critères préopératoires (âge, réfractométrie automatique, correction portée, réfraction subjective prédite par IA, topographie cornéenne, pachymétrie, index de prédiction du kératocône, aberrométrie, diamètre cornéen, profondeur de chambre antérieure, ouverture de l'angle, prédiction de l'épaisseur du stroma résiduel en fonction du mode ablatif, prédiction du potentiel visuel fondé sur l'OCT postérieur...) une vingtaine de règles objectives ou consensuelles, paramétrables par chaque opérateur, pour classer l'éligibilité de chaque cas individuel à l'une des méthodes thérapeutiques réfractives disponibles.

Par exemple, les limites optiques et anatomiques pour la réalisation d'un LASIK pour un opérateur donné peuvent être les suivantes :

- amétropie sphérique comprise entre 1 et 8 D pour la myopie et 0,50 et 4 D pour l'hypermétropie ;
- correction cylindrique inférieure ou égale à 6 D ;
- absence de kératocône détecté sur la base de l'index KPI (défini par un algorithme d'IA basé sur la topographie d'élévation) ;
- pachymétrie > 500 μm ;
- mur stromal postérieur résiduel > 300 μm ;
- kératométrie postopératoire prédite supérieure à 35 D et inférieure à 49 D.

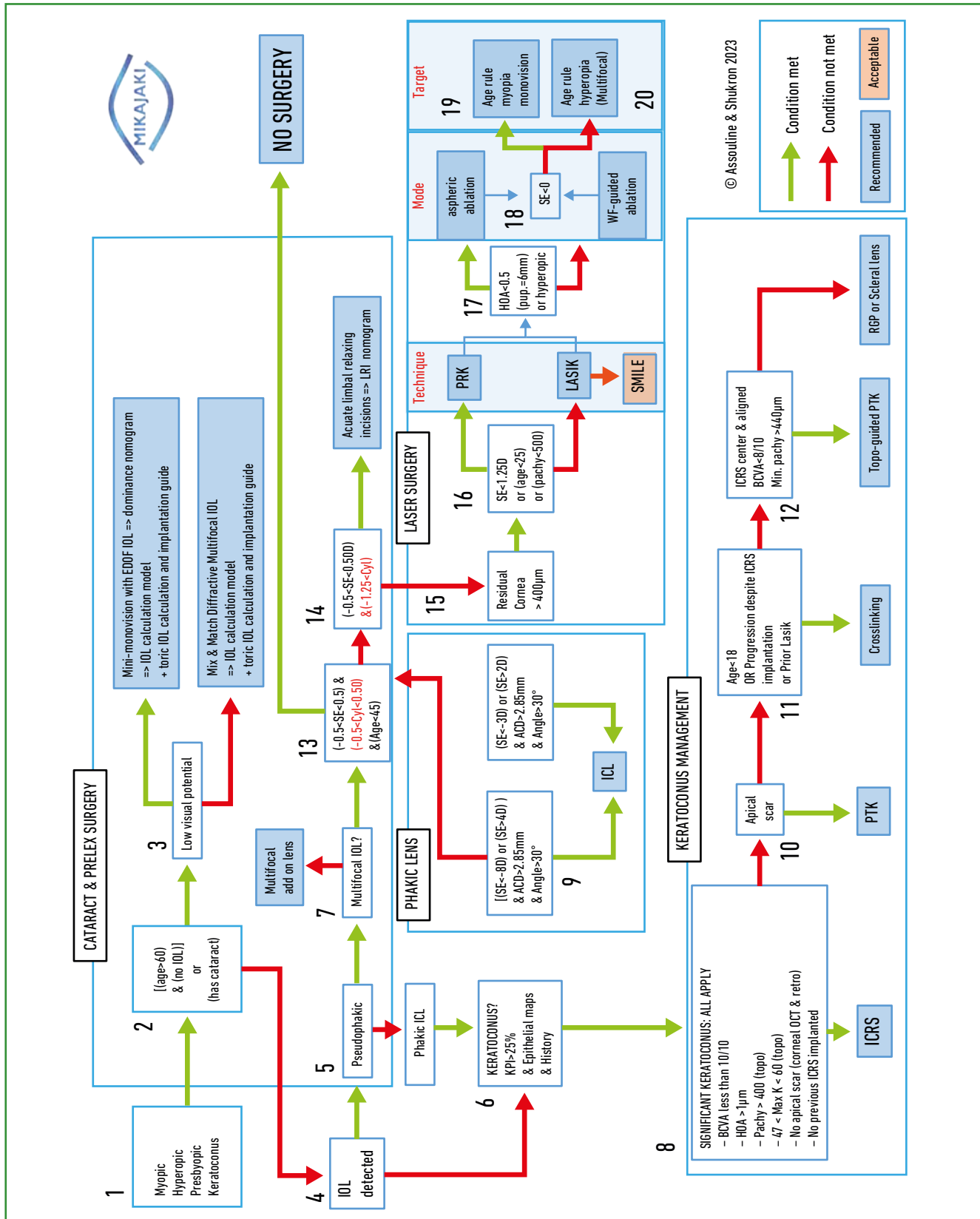


Fig. 1.

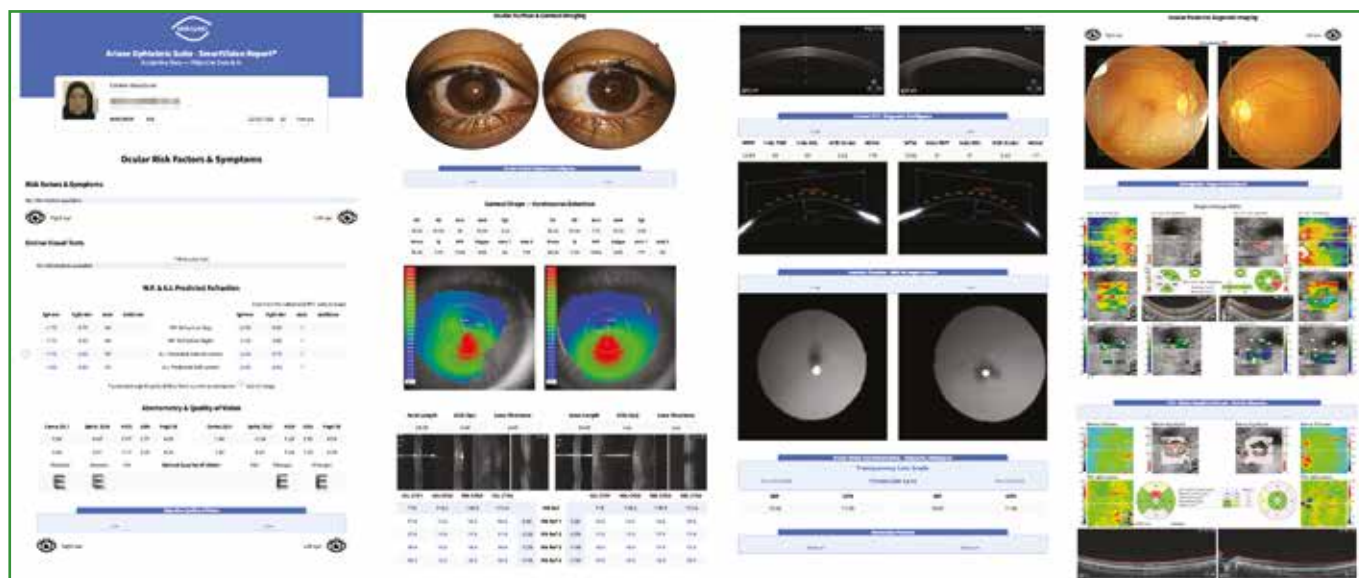


Fig. 2 : Cas clinique kératocône, cataracte et rétinopathie pigmentaire.

De même, les contraintes limitant l'indication d'un implant phaqué de type ICL Visian peuvent être définies ainsi :

- amétropie comprise entre -18 (-25 en Bioptic) et +6 D ;
- absence d'éligibilité au LASIK, à la PKR ou au SMILE ;
- absence de cataracte ou de pseudophaque ;
- profondeur de chambre antérieure > 2,90 mm ;
- ouverture de l'angle minimale > 25°.

La **figure 1** détaille les articulations logiques principales de ce système expert. Des exemples caractéristiques de l'application de ce système à l'indication opératoire d'une pathologie multiple (kératocône, cataracte et rétinopathie pigmentaire ; **fig. 2**) ou d'implants phaques (**fig. 3**) permettent d'en illustrer l'efficacité et la pertinence.

Les bénéfices attendus de cette approche sont multiples et devraient contribuer à une meilleure orientation des patients et une optimisation de la prévention des risques chirurgicaux :

>>> Gain d'efficacité, de fiabilité et de personnalisation des indications opératoires par la mise à disposition immédiate du résultat des calculs complexes nécessaires et de l'application méthodique des règles consensuelles.

>>> Généralisation de l'expertise collective dans l'interprétation des données préopératoires et de l'aide à

la décision des indications opératoires à l'ensemble des praticiens moins expérimentés.

>>> Consolidation progressive d'un socle statistique de pratiques "opposables" documentées, permettant à chaque chirurgien de confronter ses propres indications fondées sur son expérience personnelle, sa culture médicale ou son intuition, afin de les conforter ou de les actualiser.

>>> Amélioration de la relation médecin-patient par les qualités pédagogiques du support graphique, contribuant à l'établissement de la relation de confiance nécessaire en chirurgie réfractive.

>>> Participation au processus de décision, permettant à chaque candidat potentiel à la chirurgie réfractive de mieux s'approprier, afin de l'assumer, l'indication le concernant. L'objectivité du système expert permet en effet de corriger les perceptions erronées particulièrement fréquentes en chirurgie réfractive. De nombreux patients sont par exemple convaincus à tort de ne pas être opérables en raison de leur myopie forte, de leur âge, de leur presbytie, de leur astigmatisme, de leur cornée trop fine. Le système expert leur permet de s'affranchir des idées fausses véhiculées par la sphère médiatique, l'entourage privé ou de façon non rare par des avis médicaux infondés émis par des non-spécialistes.

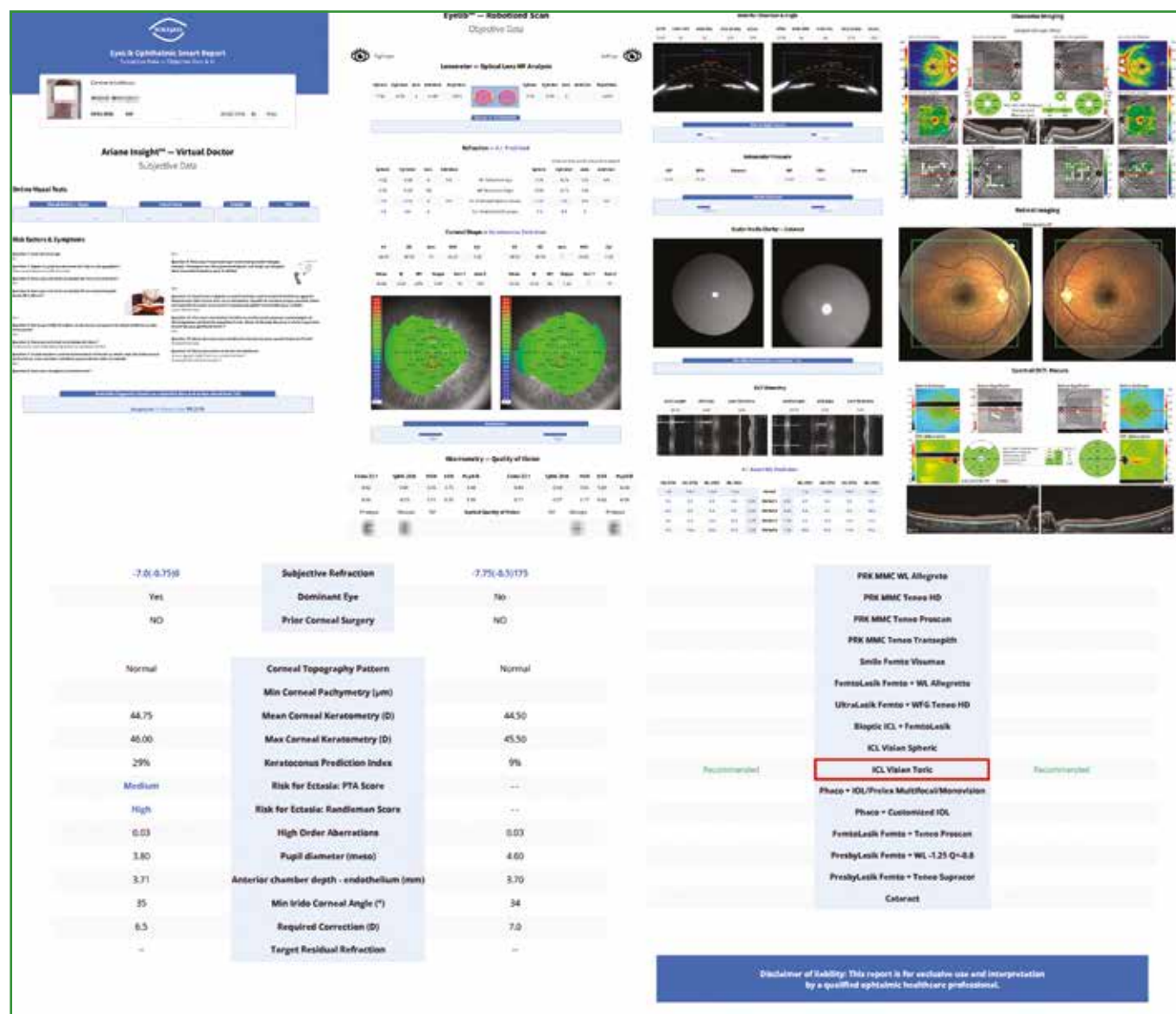


Fig. 3 : Indication opératoire chez un myope fort.

Notre modèle actuel de système expert est une étape significative en santé digitale appliquée à la chirurgie réfractive, qui contribue à répondre aux objectifs actuels du paradigme 6P de la santé visuelle contemporaine (*Predictive, Preventive, Precision, Personalized, Proofed, Participatory*).

Cette approche originale pourra progresser dans plusieurs directions :

>>> Notre modèle d'aide à la décision pourra être rapidement affiné par la prise en compte de critères et de

règles additionnels, collectés par notre agent conversationnel probabiliste Ariane-InSight (évolution de l'amétropie, contre-indications relatives ou formelles liées à la profession, activités culturelles et sportives spécifiques, sécheresse oculaire, antécédents médicaux personnels et familiaux), par notre station robotique EyeLib (angle kappa, pupillométrie, syndrome sec...) ou générés par l'ensemble des algorithmes d'IA ou de *computer vision* implémentés dans le SmartVision Report de Mikajaki. L'extension du modèle aux cas particuliers (retouches, combinaisons de traitement, rotation secondaire d'implant...) pourra compléter sa portée générale.

>>> À moyen terme, ce système expert pourra être couplé aux différents systèmes effecteurs de la chirurgie (identitovigilance, automatisation de la programmation des lasers réfractifs, logiciel de sélection, de calcul et de guidage opératoire des implants intracornéens, phaqes ou pseudophaques, automatisation logistique de la commande et de la livraison d'implants intraoculaires...), afin de compléter autant que possible l'éradication du risque d'erreur humaine et d'améliorer l'efficacité de la délivrance des soins.

>>> À plus long terme, la comparaison statistique collective des indications "suggérées" par le système expert et "effectivement réalisées" par les chirurgiens pourra permettre d'évaluer rétrospectivement la pertinence relative des choix disponibles en termes d'efficacité, de stabilité et de sécurité. La documentation et le recueil collectif de *datasets* exhaustifs pré- et postopératoires permettra d'alimenter les efforts de recherche et développement en médecine prédictive par l'intelligence artificielle, fondés sur le concept actuel de simulation prospective par la modélisation d'avatars numériques (*digital twins*) [5].

Cette approche devrait se révéler plus efficace que la mise en œuvre d'essais cliniques prospectifs pour ajuster les lignes frontières entre les indications opératoires limites toujours débattues : PKR *vs* LASIK *vs* SMILE *vs* ICL, PresbyLASIK *vs* Prelex, ICRS *vs* Xlink *vs* Topolink.

Bibliographie

1. MOSHIRFAR M, SIMPSON R, SONAL D *et al.* Sources of medical error in refractive surgery. *J Refractive Surg*, 2013;29:303-310.
2. SCHEIN OD, BANTA JT, CHEN TC *et al.* Lessons learned: wrong intraocular lens. *Ophthalmology*, 2012;119:2059-2064.
3. TOBUTA H. Communication à l'Asia Pacific Academy of Ophthalmology, Kuala Lumpur, 2023.
4. ASSOULINE M. Revue annuelle des cliniques de la vision, *Réalités Ophthalmologiques*, 2022.
5. VENKATESH KP, RAZA MM, KVEDAR JC. Health digital twins as tools for precision medicine: Considerations for computation, implementation, and regulation. *NPJ Digit Med*, 2022;5:150.

L'auteur est co-fondateur, actionnaire et directeur médical de Mikajaki.

Bénéfices de la sophrologie en chirurgie réfractive



V. CAMINADE

Coordinatrice exécutive, sophrologue et hypnothérapeute,
Clinique de la Vision – One Clinic, PARIS.
coordinatrice.executive@cliniquevision.com

Genèse des besoins

La sophrologie est une méthode de relaxation psychocorporelle créée en 1960 à Madrid par le neuropsychiatre Alfonso Caycedo. Celui-ci voulait avant tout offrir une alternative aux électrochocs et aux comas insuliniques des patients psychiatriques.

À l'origine, la sophrologie (*sos-phren-logos* ou "étude de la conscience en équilibre") s'est construite sur la base de pratiques reconnues : psychologie, philosophie, phénoménologie existentielle, pensée positive d'Émile Coué, training autogène de Schultz, yoga, bouddhisme tibétain, zen japonais et aussi, bien sûr, hypnose médicale. Ces techniques, qui détermineront les différents degrés de la méthode, n'ont rien à voir avec la spiritualité.

Assez vite, la sophrologie a été reconnue comme une thérapie cognitive efficace, au point que des médecins d'autres disciplines s'y sont intéressés, en l'adaptant à leur propre spécialité (périnatalité, oncologie, gériatrie, sommeil, soins palliatifs ou encore gestion de la douleur). Puis, devant le succès de la méthode, d'autres professionnels de santé l'ont utilisée comme support au

traitement et à la prévention. Peu à peu, elle s'est ouverte au grand public, visant, à partir des années 1980, à améliorer le bien-être et à renforcer les capacités, sans jamais se substituer à un accompagnement médical.

Depuis, de plus en plus de cliniques et centres de santé la proposent (comme l'hypnose) pour offrir le meilleur parcours de soins possible aux patients. Ainsi, One Clinic offre des séances de sophrologie (en plus de la psychologie, l'ostéopathie et la diététique) à toutes les patientes inscrites dans des parcours de périnatalité, fertilité ou endométriose. Dans le cadre d'une chirurgie – et *a fortiori* en ambulatoire et sans sédation, comme c'est le cas en réfractive –, cette technique paramédicale permet de renforcer les capacités (confiance, concentration) et également d'atténuer les tensions physiques et mentales, comme de mieux gérer les émotions négatives et en particulier le stress [1].

Qu'il soit d'ordre physique, mental ou émotionnel, le stress provoque non seulement des réactions physiologiques (augmentation du rythme cardiaque, montée de cortisol et d'adrénaline...) mais aussi trois types de réactions réflexes qui peuvent affecter à la fois le succès et la sécurité des interventions : fuite (annulation), attaque (mouvements, agressivité, tensions et crispations) ou sidération (apnée, tachycardie, crise de panique). Ce stress préopératoire, délétère dans le cadre d'une chirurgie, est dû au fait qu'elle se déroule en ambulatoire, le patient étant parfaitement réveillé et "conscient" (débordant d'imagination), immobile et hypervigilant [2].

En effet, certains patients éligibles à une opération de chirurgie réfractive s'inquiètent, bien qu'ils aient reçu toutes les explications en amont de la part de leur chirurgien :

>>> Ils ne savent pas à quoi s'attendre, craignent l'inconnu, imaginent la sensation des instruments dans leurs yeux.

>>> Ils ont peur de voir tout ce qui se passe durant l'intervention.

>>> Ils craignent de ne pas pouvoir contrôler ce qui se passe (identique à la peur de l'avion : ce que l'on ne comprend pas effraie parfois).

>>> Ils ont pris au pied de la lettre les avertissements de risques potentiels annoncés en entretien par le chirurgien et anticipent des complications allant jusqu'à la cécité, quand ils ne sont pas induits en erreur ou effrayés par les commentaires anxiogènes trouvés sur Internet.

>>> Ils ont peur de ne pas réussir à garder les yeux grands ouverts ou de ne pas pouvoir maintenir longtemps leur attention fixement.

>>> Ils craignent de bouger au mauvais moment ou, *a contrario*, de rester trop longtemps sans pouvoir bouger.

>>> Ils ont peur que l'opération échoue et d'en "ressortir aveugle".

>>> Enfin, ils craignent d'avoir trop mal.

Reprogrammer l'attention vers ce que l'on souhaite plutôt que ce que l'on craint

Pourtant, il ne s'agit que de peurs et donc de croyances, pas de certitudes. Cependant, notre cerveau ne fait strictement aucune différence entre ce que l'on se raconte et la vérité. D'ailleurs, lorsque l'on se réveille d'un cauchemar, on parvient sans peine à s'autorecadrer, mais c'est rarement le cas lorsque l'on est déjà réveillé. Aussi, s'agit-il d'identifier en amont la peur-croyance, qui opère comme une hypnose mentale et grandit à force d'être nourrie, entraînant tous les symptômes associés à un danger réel. Et très vite, d'identifier au contraire ce que le patient souhaite ressentir et penser "à la place". Personne ne monte dans un taxi pour donner l'adresse où il ne souhaite absolument pas se rendre !

C'est exactement ce en quoi le système d'activation réticulaire – SAR (*Ascending Reticular Activating System* [ARAS] –, une structure nerveuse du tronc cérébral qui gère notre attention, découverte par Horace Magoun et Giuseppe Moruzzi en 1949 [3], peut être utile, faisant office de GPS interne. Ainsi est-il bon de

rappeler au patient que c'est à lui de (re) programmer sa pensée-destination.

Que souhaite-t-il ? Pourquoi se fait-il opérer ? Quels seront les bénéfices à court terme ? Pour lui, d'autres ? Et les réponses positives reboostent systématiquement leur motivation à se faire opérer : *"jouer au golf avec mon époux"*, *"voyager dans le désert sans lentilles"*, *"ne pas me faire arracher mes lunettes par mon bébé"*, *"renforcer mon estime personnelle"*, *"échapper à la buée (sport, hiver, masque)"* ... Bonne nouvelle, nous sommes tous capables de (re)programmer ce SAR à notre guise et selon nos besoins. C'est ce que l'on peut rappeler aux patients en préopératoire : se concentrer sur le résultat escompté offre une meilleure bande-annonce quant au résultat obtenu.

Imaginez un sportif de haut niveau qui se prépare consciencieusement pendant 4 ans pour les Jeux olympiques. Des heures d'entraînement chaque jour, une alimentation et un rythme de vie parfaitement sains. Et, le jour J, son coach lui dit, sur le bord du terrain, juste avant sa prestation : *"Tu n'as aucune chance, c'est perdu d'avance !"* Tous les efforts de 4 ans sont annihilés en une minute.

Pour éviter l'effet nocebo, il faut donc veiller aux mots employés (leur sens et résonnance pour le patient) en séance de sophrologie préopératoire : c'est un fait, la chirurgie comporte des risques potentiels (négatif) *mais* elle permet des résultats et bénéfices (positif). Puisque ce discours est obligatoire, essayons de terminer par les bénéfices car le cerveau retiendra surtout les derniers mots. En ce sens, certains centres de santé ont avantageusement formé leurs équipes à la communication non violente, à l'hypnose conversationnelle ou à la sophrologie, afin que toute la communauté – médicale, paramédicale et même administrative – ait les mêmes discours et posture vis-à-vis des patients.

Résistance et résilience au stress opératoire

Si certains chirurgiens ou patients peuvent encore se montrer dubitatifs, voire réfractaires à la sophrologie dans un premier temps, la plupart saluent les bénéfices de cet accompagnement *a posteriori*. Cependant, cette technique d'entraînement corps-esprit n'est pas magique et elle possède des limites : en s'adaptant au tempo du planning opératoire, elle est parfois exercée dans l'urgence et n'apporte alors aucun des bénéfices escomptés.

De même, certains patients de nature plus anxieuse et contrôlante demeurent tendus durant la chirurgie. Il convient donc d'analyser régulièrement les insuccès afin d'optimiser le process. Bien souvent, c'est la durée très courte de la session qui ne permet pas suffisamment de corriger un *mindset* négatif, *a contrario* d'une préparation à l'accouchement qui s'étale sur plusieurs séances.

Rappelons ici qu'une séance type, en cabinet, dure en moyenne une heure et que la sophrologie est une technique "vivantielle" (qui s'expérimente), dont les bénéfices s'amplifient avec l'entraînement et la répétition. Cependant, effectuer une séance de sophrologie en amont de l'opération permet déjà à nombre de patients de pallier les effets néfastes et immédiats du stress, en offrant des outils simples à reproduire directement au bloc, rendant l'expérience moins anxiogène et plus agréable. Chaque personnel de santé sait que l'écoute, le soutien et l'empathie font partie intégrante de la réussite d'un accompagnement médical. La sophrologie s'avère donc un rouage intéressant dans l'optique d'un parcours patient de qualité.

Cette opportunité est d'ailleurs déjà offerte systématiquement à tous les patients de la Clinique de la Vision Montpellier, depuis plus de quinze ans et avec succès. Ainsi, Céline Cotin les accompagne tous, depuis la salle d'attente jusqu'à l'habillage, puis dans un espace du bloc opératoire, afin de les préparer au mieux à la chirurgie.

Et cet accompagnement, compris dans les frais de la clinique, est parfaitement intégré au parcours patient.

La préparation à l'opération est également proposée aux patients de la Clinique de la Vision Paris depuis la rentrée 2022 et déjà une quarantaine d'entre eux ont pu bénéficier d'une séance préopératoire personnalisée de 30 minutes, dans un espace dédié, en s'inscrivant au préalable sur Doctolib ou le jour même de l'intervention sur demande. Il est également possible de réserver une séance plus longue ou d'effectuer plusieurs séances en amont afin d'être parfaitement détendu le jour J. Cette technique peut aussi être proposée directement au bloc afin de réduire les effets du stress pendant la chirurgie, comme le fait régulièrement Anne Avot pour les patients du Dr Olivier Prisant.

Et elle se révèle tout aussi intéressante dans le cadre du suivi de pathologies au long cours (particulièrement pour la sécheresse oculaire), comme c'est le cas au cabinet du Dr Cati Albou-Ganem grâce à Cynthia Baronian. Autant de séances qui permettent de renforcer la détente et la pensée positive.

Zoom sur une séance préopératoire (fig. 1)

Lorsque l'objectif du patient est clairement posé en une courte anamnèse (par exemple se détendre, gagner



Fig. 1 : Séances avec des patients en préopératoire (anamnèse, exercices de relaxation dynamique et visualisation).

en sécurité, sérénité, confiance ou force, se préparer à l'opération, favoriser la récupération et un retour à une homéostasie parfaite), nous disposons de quelques minutes pour chasser les tensions corps-esprit et augmenter l'aspect positif demandé. Pour cela, nous pouvons proposer des outils simples, que le patient reproduira à l'identique au bloc et au-delà :

>>> Des conseils lui permettant de se sécuriser avec ses cinq sens : ancrage, vision panoramique, respiration abdominale, bande-annonce positive, concentration sur le(s) bénéfice(s) de l'opération (reconnexion aux valeurs).

>>> Un à deux exercices de relaxation dynamique (fig. 2), alliant mouvements et respiration, pour relâcher les tensions du corps, toujours adapté(s) à l'état physique et émotionnel du patient, ainsi qu'à sa demande. On ne proposera pas certains mouvements à une personne douloureuse et les thématiques seront toujours fidèles au besoin évoqué. Chaque relaxation dynamique est répétée trois fois (découverte – conquête – transformation) afin d'être parfaitement assimilée et intégrée pour être reproduite à volonté.

>>> Visualisation positive (dite sophronisation) pour développer concentration et imagination d'un passé reconfortant ou d'un futur positif – avec l'option de créer un geste d'ancrage kinesthésique, toujours corrélé à la demande. Car, comme pour la célèbre "madeleine de Proust"

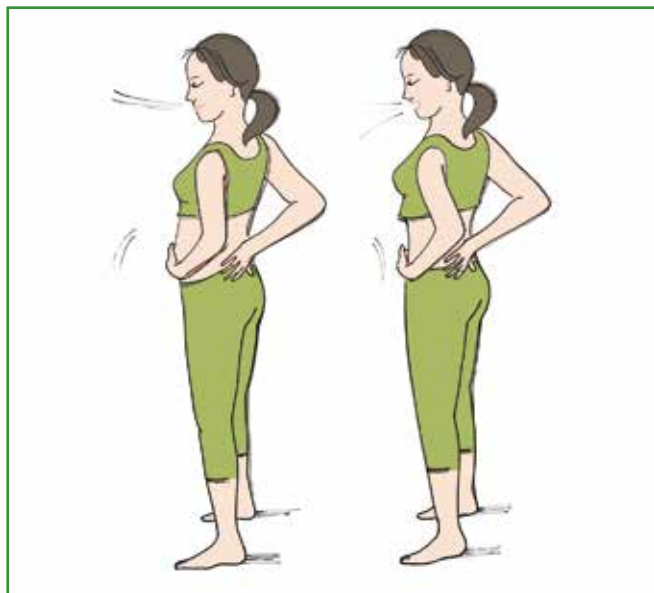


Fig. 2 : Exercice de relaxation dynamique favorisant la respiration abdominale.

dont les sensations réveillent de vieilles émotions, il a été démontré par la sociologue Amy Cuddy qu'un geste ou une posture forte peuvent changer la chimie du corps, en inversant les taux de cortisol et de testostérone [4, 5].

Un accompagnement gagnant-gagnant

À l'instar des autres disciplines chirurgicales, la réfractive suscite généralement une appréhension de la part des patients, accrue par l'état d'éveil, qui amplifie des réactions plus ou moins conscientes. Aussi gagnerait-elle, plus que toutes les autres chirurgies sous sédation, à généraliser la sophrologie qui modifie les perceptions et ressentis [6]. En effet, l'essentiel est, plus que de rassurer le patient, de lui permettre d'être dans un état optimal de détente et de confiance, physique et mental, pour qu'il participe activement à l'opération en tant qu'équipier du chirurgien.

La métaphore sportive est très signifiante car il s'agit bien d'une préparation physique et mentale. Et le succès de cette méthode repose sur une parfaite synergie avec toute l'équipe médicale et le staff au contact des futurs opérés, avec qui la qualité relationnelle est primordiale.

Conclusion

La sophrologie s'avère être, plus qu'une option, une véritable aide pour accompagner les patients vers un état vertueux (effet Pygmalion). Qu'il s'agisse d'une anxiété diffuse ou d'un stress plus invalidant, ces derniers sont invités à mieux écouter leur corps et leurs émotions, ce qui permet d'améliorer leur concentration et leur prise en charge optimale ensuite lors de l'opération.

Les bénéfices de cette approche holistique sont manifestes et s'avèrent souvent plus efficaces qu'un simple espace détente, offrant, en outre, une alternative intéressante aux anxiolytiques pour aider les patients à améliorer leur état psychocorporel, ainsi que leurs chances de récupération active et de satisfaction post-chirurgicale. Et bien sûr, cette technique est également à la disposition des opérateurs qui souhaitent l'expérimenter.

"Pour vous débarrasser du stress, il vous faut comprendre qu'il est une perception de la situation et non une composante de celle-ci." ~ Richard Carlson

Bibliographie

1. VAN RANGELROOIJ K, SOLANS-BUXEDA R, FERNÁNDEZ-GARCÍA M *et al.* Effectiveness of a 4-week sophrology program for primary care patients with moderate to high anxiety levels: a randomised controlled trial. *Actas Esp Psiquiatr*, 2020;48:200-208.
2. FIORLETTA P, GANIC A, ROYER A *et al.* Mesure des impacts de la sophrologie caycédienne® sur le stress. *Kinésithérapie, La Revue*, 2013;13:34-40.
3. Horace Winchelle Magoun and Giuseppe Moruzzi. *Triangle*, 1958;3: 295-297.
4. CARNEY DR, CUDDY AJ, YAP AJ. Power posing: brief nonverbal displays affect neuroendocrine levels and risk tolerance. *Psychol Sci*, 2010; 21:1363-1368.
5. CUDDY AJ. Your body language may shape who you are. 2012. youtu.be/Ks-_Mh1QhMc
6. HAUTEVILLE A. (1983). Psychological preparation of the patient before surgery and sophrology. *Rev Odontostomatol*, 1983;12: 133-135.

L'auteure a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Orthoptistes : renouvellement optique, primo-prescription, protocole... Où en est-on en 2023 ?



V. DEDES

Secrétaire général du SNOF, membre du CNP Ophtalmologie.
vincent.dedes@cof.fr

La profession d'orthoptiste a fortement évolué ces dernières années avec un élargissement du décret des compétences. Cela s'est fait avec une transformation importante des pratiques en cabinet d'ophtalmologie : travail aidé, collaboration plus étroite, délégation sous contrôle médical. Cette transformation a permis de répondre aux besoins de la population et de réduire les délais d'accès à un ophtalmologiste (moins 60 % sur délai médian en 5 ans). Différentes études indépendantes montrent que ce délai médian se situe actuellement autour de 20 jours, avec toutefois des disparités et des difficultés sur certains territoires.

Ces difficultés ont été mises en avant par les politiques, les représentants du monde de l'optique (toujours en recherche de relais de croissance pour la vente d'équipements) et par certains confrères (pour des raisons souvent personnelles) pour voter un texte de loi autorisant la primo-prescription encadrée par les orthoptistes. Malgré l'opposition des tous les représentants des ophtalmologistes (syndicats médicaux pluridisciplinaires, SNOF, conseil national professionnel, sociétés savantes, Conseil de l'ordre...) ce texte va donc devenir opérationnel en 2023.

Cette primo-prescription (pour la première fois attribuée à une profession au niveau licence) va se rajouter aux autres possibilités d'accès aux orthoptistes.

Il semble utile de résumer ces différentes possibilités ainsi que les règles définies afin que cette transformation soit comprise et bien utilisée par les professionnels pour améliorer l'accès aux soins et garantir la sécurité des patients.

Les orthoptistes restent bien sûr accessibles sur prescription médicale motivée. Leurs compétences en dépistage, rééducation, réadaptation et exploration de la fonction visuelle sont essentielles et doivent être préservées. En effet, on assiste de plus en plus à un recentrage de leur activité vers la réfraction simple au détriment de leur cœur de métier historique pourtant indispensable (*fig. 1*).



Fig. 1.



Fig. 2.

À cet accès classique, il existe maintenant d'autres possibilités: renouvellement optique simple (basé sur le même modèle que pour les opticiens), travail en délégation avec un ophtalmologiste non présent sur place (protocoles RNO, RNM, dépistage de la rétinopathie diabétique), dépistage visuel des enfants en bas âge et primo-prescription limitée (fig. 2).

Renouvellement optique avec les mêmes conditions que pour les opticiens

Ce dispositif permet au patient de consulter un orthoptiste ou un opticien pour renouveler son équipement optique, et cela sans prescription préalable. Il existe toutefois certaines règles à respecter:

- Le patient doit avoir en sa possession une prescription optique d'un ophtalmologiste datant de:
 - de moins 1 an pour les patients de moins de 16 ans;
 - de moins de 5 ans pour les patients de 16 à 42 ans;
 - de moins de 3 ans pour les patients de plus de 42 ans.
- L'ordonnance initiale ne doit pas comporter de mention d'opposition au renouvellement de la part de l'ophtalmologiste.
- Le patient ne doit pas présenter de contre-indication au renouvellement optique (liste définie par arrêté, *annexe 1*).
- En cas de baisse d'acuité visuelle non corrigeable ou en cas de modification importante de la réfraction, le patient doit être adressé à l'ophtalmologiste.
- L'orthoptiste ou l'opticien doivent prévenir l'ophtalmologiste et inscrire sur l'ordonnance initiale la nouvelle réfraction.

Cette procédure est opérationnelle depuis quelques années. Chez les orthoptistes, cette pratique est encore

très marginale par manque de notoriété de cette profession. Chez les opticiens, où cette possibilité est active depuis plus longtemps, on constate quelques dérives: retour d'information très rare à l'ophtalmologiste pourtant obligatoire, démarchage des patients avant la fin de validité de l'ordonnance, campagne de publicité en dehors des magasins, non-respect des contre-indications...

Espérons que les orthoptistes ne suivent pas ce mauvais exemple.

Accès dans le cadre du protocole de coopération entre orthoptistes et ophtalmologistes

1. Dépistage de la rétinopathie diabétique d'un patient de moins de 70 ans sans rétinopathie diabétique connue

Un médecin prescrit une rétinographie pour le dépistage de la rétinopathie diabétique, il fournit les données cliniques nécessaires. Le patient se rend chez l'orthoptiste qui réalise la rétinographie (deux clichés par œil). Celle-ci est transmise dans les 48 heures à l'ophtalmologiste qui l'interprète et rédige le compte rendu. Le compte rendu est adressé au patient et au médecin prescripteur. La transmission des données doit se faire par messagerie sécurisée.

La cotation pour l'orthoptiste est AMY 6,7, soit 17,42 €; l'ophtalmologiste cote BGQP140 (lecture différée d'une rétinographie couleur), soit 12 €.

2. Protocoles RNO et RNM

Le but de ces protocoles est de faciliter le renouvellement optique par un examen pratiqué par un orthoptiste et validé par un ophtalmologiste.

Il existe des règles communes aux deux protocoles:

- patient de 6 à 50 ans sans pathologie ni baisse d'acuité visuelle importante;
- patient ayant consulté un ophtalmologiste depuis moins de 5 ans;
- consentement du patient sur le fait qu'il ne verra pas d'ophtalmologiste;
- pas de primo-prescription;
- tarif opposable obligatoire;

Liste des contre-indications pour le bilan visuel et la prescription de verres correcteurs prévues au [premier alinéa du I de l'article R. 4342-8-2 du code de la santé publique](#) :

1° Troubles de la réfraction associés à une pathologie ophtalmologique :

- glaucome;
- hypertension intraoculaire isolée ;
- pathologies vitréennes et/ou rétiennes (dont la DMLA, rétinopathie diabétique et pigmentaire) ;
- neuropathies optiques (notamment SEP et maladie de Leber) ;
- pathologies vitréennes et/ou rétiennes (dont DMLA, rétinopathie diabétique) ;
- cataracte et autres anomalies cristalliniennes ;
- ptérygion ;
- tumeurs oculaires et palpébrales ;
- antécédents de chirurgie réfractive ;
- antécédents de chirurgie intraoculaire ;
- antécédents de traumatisme de l'œil sévère et datant de moins de 3 ans ;
- antécédents de maladie inflammatoire oculaire sévère (notamment iritis, uvéite, sclérite) ;
- anomalies cornéennes (notamment greffe de cornée, kératocône, kératopathies, dystrophie cornéenne, etc.) ;
- amblyopie fonctionnelle bilatérale ou organique ;
- diplopie récente et/ou évolutive ;
- strabisme et/ou nystagmus récent ;
- forte anisométrie de 3 dioptries ou plus ;
- constatation d'une baisse d'acuité visuelle unilatérale non connue, inférieure à 9/10^e et non corrigible avec des verres correcteurs ou des lentilles de contact.

2° Troubles de la réfraction associés à une pathologie générale :

- diabète ;
- maladies auto-immunes (notamment Basedow, sclérose en plaques, polyarthrite rhumatoïde, lupus, spondylarthrite ankylosante) ;
- hypertension artérielle mal contrôlée ;
- syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) ;
- affections neurologiques à composante oculaire ;
- cancers primitifs de l'œil ou autres cancers pouvant être associés à une localisation oculaire secondaire ou à un syndrome paranéoplasique ;
- amblyopie organique ;
- nystagmus récent.

3° Troubles de la réfraction associés à la prise de médicaments au long cours pouvant entraîner des complications oculaires, notamment :

- corticoïdes ;
- antipaludéens de synthèse ;
- tout autre médicament qui, pris au long cours, peut entraîner des complications oculaires ;
- médicaments à effet atropinique ;
- traitement par chimiothérapie.

Fait le 25 janvier 2023.

Pour le ministre et par délégation :
La directrice générale de l'offre de soins,
M. Daudé

Annexe 1.

- pas d'acte ophtalmologique ou orthoptique cotable en sus ;
- réalisation d'une prise du tonus oculaire et d'une rétinographie ;
- dossier validé, ordonnance signée par l'ophtalmologiste et adressée au patient dans les 8 jours ;
- l'orthoptiste peut être salarié ou libéral ;
- continuité des soins à assurer par l'ophtalmologiste.

Certaines particularités s'appliquent à chaque protocole (*tableau I*).

RNO	RNM
Patient connu du cabinet	Patient connu ou non du cabinet
Unité de lieu orthoptiste et ophtalmo	Pas d'unité de lieu
Tarif à 28 €	Tarif 28 € + éventuel bonus
Pas de règle de répartition des honoraires	Rémunération minimum à 60 % orthoptiste
Environ 190 000 actes en 2022	Environ 32 000 actes en 2022

Tableau I.

On constate depuis quelque temps une modification des pratiques avec l'arrivée des plateformes permettant une "industrialisation" du protocole RNM. Un ophtalmologiste, souvent à distance éloignée du site de l'orthoptiste, valide les dossiers sans s'assurer du respect du protocole, sans respecter la continuité et la territorialité des soins (obligation déontologique), en échange de quelques euros par dossier. C'est pourtant l'ophtalmologiste qui porte la responsabilité de la délégation. Certains dossiers sont en cours d'instruction dans les ARS et au Conseil de l'ordre pour diverses anomalies (retard de diagnostic, tromperie sur le professionnel réalisant l'examen, non-respect de la continuité et de la territorialité des soins).

Une rénovation du RNM est en réflexion pour élargir la limite d'âge et permettre la réfraction sous cycloplégique (après validation et prescription par l'ophtalmologiste déléguant). Cette rénovation va également permettre de clarifier certaines règles dont la continuité des soins, le respect de la territorialité et d'édicter des règles de prise de rendez-vous afin que le patient soit correctement informé.

D'autres proposent l'utilisation de l'AMY 8,5 (mesure de l'acuité visuelle et de la réfraction avec ou sans dilatation par orthoptiste) associée à une facturation HN (hors nomenclature) pour la lecture du dossier par l'ophtalmologiste afin de s'affranchir des règles du RNM. Toutefois, les obligations déontologiques restent identiques.

Accès direct sans prescription (tarification entrant en application au 6 juin 2023)

Les patients peuvent consulter directement l'orthoptiste sans besoin de prescription préalable pour réaliser soit un dépistage visuel chez un enfant en bas âge, soit une primo-prescription optique dans des conditions particulières.

- Dépistage visuel chez enfant en bas âge :
 - entre 9 et 15 mois, AMY 7,7 (20,02 €);
 - entre 30 mois et 5 ans, AMY 8,4 (21,84 €).
- Primo-prescription optique sous certaines conditions, AMY 8,5 (22,10 €):
 - patients de 16 à 42 ans;
 - réfraction comprise entre -3 et +3 dioptries pour la sphère et au maximum 1 dioptrie d'astigmatisme;

- patients sans pathologie, traitements ou pathologies générales nécessitant un suivi ophtalmologique régulier (liste définie par arrêté, *annexe 1*);
- en cas de doute sur une situation ou une pathologie non prévue par l'arrêté, l'orthoptiste oriente le patient vers le médecin ophtalmologiste;
- absence de constatation d'une baisse d'acuité visuelle unilatérale non connue, inférieure à 9/10 et non corrigible.

La primo-prescription optique concerne les verres correcteurs et les lentilles. Toutefois, pour les lentilles, une formation doit être validée par les orthoptistes mais celle-ci n'est pas encore définie par le législateur. La primo-prescription de lentilles n'est donc pas pour l'instant applicable.

Si le patient a besoin de renouveler son équipement optique, il existe une limite telle que définie dans le renouvellement optique simple : à savoir, consultation ophtalmologique datant de moins de 5 ans pour les lunettes et de moins de 3 ans pour les lentilles.

Conclusion

Les possibilités d'accès aux orthoptistes pour un dépistage ou pour un renouvellement optique sont multiples et complexes.

On assiste à une forte augmentation des effectifs d'orthoptistes. Attention toutefois à ce que la profession d'orthoptiste ne subisse pas le même sort que la profession d'opticien (44 783 recensés par la Dress en 2020) avec un surnombre qui engendre des difficultés en termes de débouchés professionnels. En effet, il s'agit d'une formation courte (3 ans) avec actuellement près de 500 orthoptistes en formation par année (pour 5 506 orthoptistes recensés par la Dress en 2020).

Si cela facilite l'accès aux soins visuels, il ne faudrait pas que cela se fasse au détriment d'un dépistage médical complet réalisé par un médecin spécialiste. La France a un taux de dépistage du glaucome excellent et présente un ratio patient malvoyant par habitant parmi les plus bas de l'OCDE grâce à un accès facile à l'ophtalmologiste. Dans d'autres pays, l'ophtalmologiste n'intervient qu'en second recours au détriment de la santé visuelle des patients.

La réfraction simple est la porte d'entrée à un dépistage complet, une proposition thérapeutique complète (optique, lentille, chirurgie). Des structures commerciales se sont développées au début sur les contrôles visuels simples et tentent maintenant de poursuivre leur croissance sur les pathologies courantes (cataracte, DMLA) ou la chirurgie réfractive.

Beaucoup de patients confondent les professions (ophtalmologiste, orthoptiste, opticien) et appréhendent avec difficultés les différences de formation. Certains jouent sur cette confusion pour induire les patients en erreur lors du choix du professionnel de santé. Cette confusion s'est amplifiée par l'apparition des sites de rendez-vous sur internet.

Les patients ont besoin de clarté lors de la prise de rendez-vous, trop d'erreurs et de plaintes de patients commencent à être signalées au Conseil de l'ordre et aux ARS, ce qui nuit à l'ensemble de la filière visuelle.

Il faudrait également que les orthoptistes et les opticiens soient enfin soumis à des règles professionnelles pour éviter ou réduire les dérives.

Avec mes remerciements au Dr Thierry Bour, Président du SNOF.

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

Télémédecine en magasin d'optique : opportunité ou menace pour les ophtalmologistes ?



V. DEDES¹, C. GRUCHALA²

¹ Secrétaire général du SNOF, membre du CNP Ophtalmologie.

² Cogérant du COF.
vincent.dedes@cof.fr

La télémedecine est un terme générique regroupant téléconsultation et téléexpertise, dont la convention médicale fixe le cadre :

- téléconsultation : consultation synchrone réalisée à distance entre un patient et un médecin par le biais d'une communication vidéo sécurisée ;
- téléexpertise : communication entre deux professionnels de santé synchrone ou asynchrone. Pour l'instant, la Caisse d'Assurance Maladie ne permet pas la cotation de la téléexpertise entre un orthoptiste et un ophtalmologiste du fait de l'existence des protocoles RNO, RNM et dépistage de la rétinopathie diabétique.

La téléconsultation asynchrone, prônée par les opticiens, n'existe pas et ne peut donc pas être cotée. C'est un abus de langage source de dérives illégales.

Certains acteurs issus du monde de l'optique souhaitent actuellement mettre en place des solutions de "télémedecine" au sein des magasins d'optique. Ce papier a pour objet de faire le tour d'horizon des avantages affichés et dérives de cette marche forcée.

Un gain de temps pour les médecins et les patients

La télémedecine est "vendue" aux ophtalmologues comme un gain de temps potentiel. La réalisation sérieuse d'une téléconsultation synchrone (le médecin étant devant l'écran, mode d'exercice se rapprochant le plus de la consultation classique) est souvent plus consommatrice de temps qu'une consultation présentielle.

Pour espérer réaliser une plage de consultation complète, le médecin devra mettre en place plusieurs partenariats avec différents magasins sur un territoire défini permettant une proximité géographique avec les patients, et ainsi assurer la continuité des soins. Il devra faire face à des problématiques organisationnelles ou logistiques chronophages : gestion de multiples salles d'attente virtuelles sur un flux unique, problèmes de connexion, échecs de transferts de documents, échanges virtuels avec les patients, etc.

Pour le patient, la télémedecine n'a pas vocation à remplacer toutes les consultations présentielles. Les examens nécessaires aux diagnostics sont limités en téléconsultation. Les thérapeutiques instrumentales simples ne peuvent évidemment pas se faire virtuellement. Les patients se retrouveront alors, pour nombre d'entre eux, à devoir multiplier les consultations (virtuelles et physiques). Les moins chanceux subiront un retard diagnostique et thérapeutique.

Concernant le renouvellement des équipements optiques, la France a le taux le plus élevé d'Europe. Il se vend en France plus d'équipements optiques qu'en Allemagne qui compte pourtant une population supérieure de 16 millions. Il n'existe ainsi pas de retard de renouvellement d'équipements optiques dans les

territoires dits déserts médicaux. Pourquoi apporter une réponse à un non-problème ?

Un renforcement de la coopération ophtalmologue-opticien

Avec plus de 12 000 magasins d'optique en France, le maillage du territoire est important, permettant une proximité des patients. Les opticiens ont la possibilité de renouveler un équipement optique si le patient a une ordonnance datant de moins de 5 ans pour ceux âgés de 16 à 42 ans, de moins de 3 ans pour les patients de plus de 42 ans. Cela permet déjà de faciliter l'accès aux corrections optiques et de libérer du temps médical.

Lorsque l'opticien rencontre un problème pour le renouvellement optique classique, les médecins à proximité du magasin d'optique se rendent habituellement disponibles. En effet, les relations entre les opticiens et les ophtalmologistes sont bonnes et permettent d'ores et déjà une coopération efficace.

L'équipement matériel nécessaire à la mise en place de la télémedecine est coûteux et ne sera accessible qu'à certains magasins d'optique. Ainsi, les ophtalmologues prenant part à ces téléconsultations feront un choix délibéré de compérage avec un nombre fini de professionnels, créant *de facto* une situation de concurrence avec les autres opticiens.

Enfin, dans le respect du secret médical et du non-compérage, l'opticien ne devrait pas avoir accès à la salle de téléconsultation qui est censée être isolée du magasin. Aucune information d'ordre médical n'est partagée entre l'opticien et l'ophtalmologue en plus de celles déjà communiquées en dehors de ce protocole.

Ainsi, la téléconsultation en magasin d'optique ne semble pas améliorer les relations ophtalmologues-opticiens.

Des soins de qualité

La multiplication des plateaux de diagnostic engendrera nécessairement une réduction progressive de la qualité des équipements pour d'évidentes raisons économiques.

Se pose également la question de la formation des opérateurs aidant à la consultation de télémedecine. Dans les

cabinets, les orthoptistes suivent un protocole strict rédigé par les médecins. Quid de la formation des opticiens en magasin d'optique ? Le médecin chargé de la consultation en télémedecine sera-t-il responsable de la formation des aidants à la consultation pour s'assurer de la qualité des soins apportés aux patients ? Tous les ophtalmologues réalisant des consultations en travail aidé nouent des liens et des automatismes avec le personnel de consultation. La formation et la création d'une relation professionnelle efficace est longue. Le caractère ponctuel de la relation médecin-opérateur de téléconsultation en magasin d'optique ne permet pas de créer les automatismes nécessaires à l'efficacité et à la sensibilité diagnostique du binôme.

Le "bilan visuel complet" avec "des équipements de pointe", fréquemment annoncé dans ces centres, cache souvent un plateau technique moyen, des professionnels peu formés et des protocoles de consultation peu rigoureux voire inexistantes. L'ophtalmologue est en charge de l'amélioration de ses process au sein de son cabinet. Qui en sera responsable dans cette organisation ?

Une relation de proximité avec les patients

Même si, au premier abord, le médecin semble plus accessible, la télémedecine éloigne le patient de la relation humaine avec le médecin. Les patients ont généralement un attachement particulier à leur médecin ou à l'image du médecin. Avec la télémedecine, le médecin deviendra une image numérique, bien éloignée de la relation humaine attendue par les patients.

Les patients les plus âgés, et donc les plus vulnérables face aux maladies oculaires, n'auront pas le réflexe de se rendre dans un magasin d'optique pour effectuer leur suivi. Cette solution n'est donc pas adaptée à cette population.

Le médecin tenté par cette expérience dégradera son image auprès des patients, répondant aux sirènes de la médecine consumériste et *low cost*. Il existe un mécontentement grandissant des patients lors des consultations sans médecin présent, comme l'attestent les nombreuses remontées aux ARS ou simplement les avis en ligne.

Un médecin au centre du système visuel

Le positionnement du médecin dans cette organisation de la télémedecine en magasin d'optique n'est pas

aisé. Même si l'on peut penser que l'ophtalmologue sera placé au centre du système visuel, il se place également dans une relation commerciale avec une notion de dépendance forte aux magasins équipés, surtout s'il s'agit d'une activité importante. La chaîne d'optique est apporteuse d'affaires au médecin puisque c'est elle qui apporte les consultations. Cette situation place l'ophtalmologue en accès indirect non nominatif. Cette substitution volontaire de la modalité d'accès aux soins n'est pas souhaitable pour notre profession.

Une manne financière pour l'ophtalmologue

La Caisse nationale d'Assurance Maladie (CNAM) et le Conseil national de l'Ordre des médecins (CNOM) ont publié deux rapports régissant les bonnes pratiques de la télémedecine: *Rapport mésusage de la télémedecine* (conseil-national.medecin.fr) et *Charte de bonnes pratiques de la téléconsultation* (ameli.fr).

Ceux-ci rappellent des notions fondamentales:

- respect de la territorialité et de la continuité des soins;
- dans la limite de 20 % de l'activité du médecin à ce jour;
- personnel médical pour accompagner ou aider le patient;
- patient accueilli dans une structure médicale;
- paiement direct du médecin;
- respect de la déontologie (publicité indirecte, compérage...);
- respect des règles de cotation (en ophtalmologie: interdiction AMY + TE, AMY + téléCS).

À la lecture de certaines de ces notions fondamentales pour la qualité des soins, la manne financière pour l'ophtalmologue semble limitée: temps d'activité de téléconsultation restreint, faibles cotations, etc. À cela s'ajoutent les prélèvements du magasin d'optique, variables selon les modèles et qui auront irrémédiablement tendance à se majorer en cas de changement de paradigme (accès en second recours des ophtalmologues).

Des garanties légales avec des opticiens responsables

La bonne volonté affichée ne doit pas faire oublier les dérives à grande échelle de certaines enseignes d'optique: dérives du 100 % santé avec le suréquipement en audition, surfacturations aux mutuelles, etc. La financiarisation du

monde de l'optique génère des comportements mercantiles peu vertueux pour les patients (il en va de même pour la financiarisation de l'ophtalmologie). Les centres de santé commencent enfin à être contrôlés, ne laissons pas un nouveau système hors de contrôle éclore.

Pour illustrer ces propos, le flou et l'absence de contrôle réel ont déjà permis de voir se développer des offres illégales ou ne respectant aucun cadre. Deux exemples posent déjà de nombreuses questions:

- Le site internet ophtalmo.io proposait de recevoir une ordonnance de prescription optique sans qu'aucune téléconsultation ne soit réalisée. Après l'action en justice du Syndicat national des ophtalmologistes de France (SNOF), l'accès à ce site a été bloqué par les FAI (fournisseur d'accès internet). Certaines enseignes d'optique ayant abusé de ce site négocient actuellement avec les complémentaires afin d'éviter les poursuites judiciaires (fig. 1).

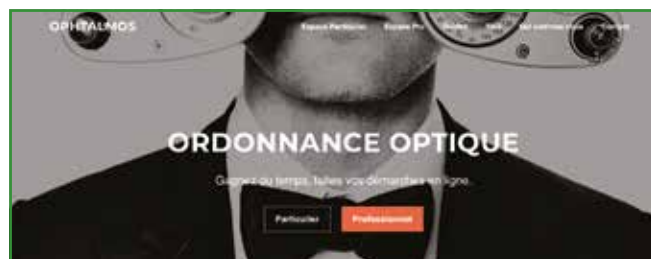


Fig. 1.

- Une enseigne de supermarché propose de réaliser des mesures par un opticien à la sortie de ses caisses: le patient choisit ses montures et ses verres et reçoit dans un second temps une ordonnance d'un ophtalmologiste. L'ophtalmologiste est rémunéré par l'enseigne d'optique. Ce modèle pose de nombreux problèmes: compérage évident, achat d'équipements optiques avant réception de l'ordonnance, téléconsultation asynchrone, pratique du métier d'opticien en dehors d'un magasin.

L'opticien, le grand gagnant ?

Le Conseil de l'ordre n'a pour l'instant pas clairement interdit la pratique de la téléconsultation dans un magasin d'optique si celle-ci respecte le cadre légal.

Afin d'accueillir une unité de téléconsultation, les opticiens devront répondre à plusieurs exigences telles que:



Fig. 2.

- la mise en place d'un local dédié, qui engendrera des coûts non négligeables de réaménagement de l'espace magasin;
- l'achat d'équipements très onéreux (vendus plus de 120 000 €);
- le recrutement et la formation de personnel dédié à la téléconsultation;
- laisser le libre choix aux patients pour l'achat d'équipement d'optique.

La multiplication des points de téléconsultation en magasins d'optique est essentiellement financée par la vente d'équipements optiques. L'investissement en matériels est onéreux et difficilement amortissable sans une augmentation significative du chiffre d'affaires du magasin (fig. 2).

Cette fuite en avant dans l'objectif de gagner des parts dans un marché rude et contraint sera coûteuse pour l'opticien traditionnel (coûts directs ou indirects de franchise), sans réelle garantie d'amortissement de ses frais, surtout si tous les concurrents développent cette solution.

Le patient, le grand gagnant ?

Le principal objectif de santé publique est de répondre non pas aux aspirations collectives de consumérisme médical mais de garantir la qualité des soins avec des délais et des coûts maîtrisés.

La dégradation de la qualité des infrastructures, des équipements et des opérateurs dans les magasins d'optique ne manquera pas d'entraîner une réduction de la qualité des soins et des aberrations du parcours de soins.

La multiplication des plateformes et des consultations augmentera les coûts pour les patients (soit directs par tarification de l'acte de téléconsultation, soit indirects par augmentation des coûts d'équipements optiques). De plus, la tentation de surdiagnostiquer des besoins en équipements optiques est grande si la consultation est réalisée en magasin.

Enfin, le temps médical nécessaire à une téléconsultation étant peu ou prou le même que pour une consultation classique, la pratique de la télémedecine ne permettra pas de raccourcir le délai d'accès réel à l'ophtalmologue.

Conclusion

La télémedecine en magasin d'optique est une menace à plusieurs égards pour les ophtalmologues, les opticiens et les patients.

L'organisation de la filière visuelle en France, bien qu'imparfaite, affiche d'excellents indicateurs de santé visuelle (taux de cécité, taux de glaucome traités...).

L'accès aux soins s'améliore, tant en termes de délai que sur le plan territorial avec l'ouverture des cabinets secondaires.

Les grands gagnants de cette tentative d'imposer ce protocole seront les fournisseurs de matériel, les fournisseurs de solution de télémedecine et les grandes chaînes d'optique à volonté hégémonique.

Si des "téléconsultations" médicales ont lieu dans les magasins d'optique, pourquoi ne pas réaliser des "téléventes" de matériel d'optique en cabinet médical... La réciprocité serait également un avantage pour les patients (unité de lieu, gain de temps, utilisation de locaux déjà existants...).

Cette dérive commerciale ne doit pas avoir lieu. Dans les deux sens.

Avec nos remerciements au Dr Thierry Bour, Président du SNOF, et à Mme Céline Vandeubeuck, responsable de cabinet au COF.

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

Juridique

- **Jurisprudence en chirurgie réfractive :
quelques exemples pour mieux comprendre** 56
V. Ameline
- **Le médecin et les refus de soins du sujet majeur et capable,
la question de la continuité des soins** 59
D.-A. Lebuissou

Jurisprudence en chirurgie réfractive : quelques exemples pour mieux comprendre



V. AMELINE

Ophthalmologiste conseil MACSF, PARIS.
valerieameline@orange.fr

Les mises en cause de la responsabilité civile professionnelle des ophtalmologistes sont relativement stables, que l'on se réfère aux années avant ou après COVID-19, soit moins de 6 % de praticiens mis en cause chaque année. Nous nous intéresserons plus spécifiquement dans cet article à la chirurgie réfractive. Nous relaterons des cas cliniques afin de rester vigilants et "ne pas voir sa responsabilité civile professionnelle mise en cause".

Nous nous basons sur des cas cliniques de litiges avec mise en cause de responsabilité civile professionnelle des ophtalmologistes assurés à la MACSF (ex-SOU MEDICAL fondu dans la MACSF). La MACSF assure plus de 85 % des ophtalmologistes libéraux, avec environ 250 nouveaux dossiers de sinistre chaque année, dont moins de 40 concernent directement la chirurgie réfractive.

Les procédures

Le patient qui entame une procédure peut choisir une réclamation amiable initialement, qui peut être faite auprès de son ophtalmologiste ou auprès de

l'établissement de santé où il a été opéré. Il peut également se tourner vers la commission de conciliation et d'indemnisation (CCI), qui a l'avantage de proposer une procédure rapide, gratuite, ne lui demandant pas d'être assisté d'un avocat. Enfin, le patient peut choisir une procédure judiciaire avec assignation en référé du ou des ophtalmologistes mis en cause et, éventuellement, des établissements de soins, cliniques ou hôpitaux, également intervenus dans la prise en charge.

Nous constatons, depuis plus de 10 ans, une montée en puissance des CCI avec, de ce fait, une diminution relative des procédures judiciaires. Depuis cette année, nous notons une stagnation de la sévérité des juges avec environ 60 % de dossiers défendus lors d'une procédure judiciaire considérés fautifs. Ce pourcentage augmentait chaque année depuis plus de 10 ans. Les CCI ne concluent à un dossier fautif que dans moins de 50 % des cas.

De même, nous remarquons que les sommes allouées aux patients pour l'indemnisation des préjudices sont plus élevées pour un même dommage lorsqu'elles sont attribuées par un juge que lorsqu'elles sont attribuées par une CCI ou l'Office national d'indemnisation des accidents médicaux, qui intervient en cas d'aléa médical non fautif en présence d'un préjudice sévère (plus de 25 % d'incapacité permanente partielle ou arrêt de travail de plus de 6 mois consécutifs ou arrêts de travail non consécutifs de plus de 6 mois dans l'année ou perte de l'aptitude professionnelle ou troubles graves dans les conditions d'existence).

Nous constatons donc globalement une stabilité de la sinistralité, avec environ 5 % des ophtalmologistes libéraux mis en cause annuellement (250 dossiers pour 4500 assurés environ). Nous notons surtout une augmentation de la gestion défailante des complications

non fautives, qu'il s'agisse de chirurgie réfractive ou de chirurgie de la cataracte.

Concernant la chirurgie réfractive, une augmentation du montant des indemnisations est à souligner puisque cette dernière, en cas de procédure judiciaire, est considérée comme une "chirurgie de confort" avec devoir d'information renforcé par les juges.

Exemples de mises en cause

Nous relatons plusieurs exemples de mises en cause en chirurgie réfractive.

>>> Une patiente de 50 ans, myope forte, avec acuité visuelle supérieure à 8/10 à chaque œil, voulait se séparer de cette myopie forte. Une chirurgie de cataracte lui a été proposée avec information orale et écrite, et recueil d'un consentement éclairé sur la fiche SFO n° 1 de chirurgie de la cataracte. Cette cataracte a donc été opérée sans complication peropératoire, mais la patiente a présenté une hypermétropisation postopératoire, malgré une biométrie réalisée suivant les règles de l'art. La patiente a donc mis en cause son ophtalmologiste pour erreur technique.

Sur un plan chirurgical pur, l'ophtalmologiste considérerait qu'il était injuste de mettre en cause sa responsabilité civile professionnelle. Or, l'expert a conclu à une indication opératoire non justifiée puisque, lors de l'expertise, la patiente a allégué avoir une vision strictement normale et aucune plainte fonctionnelle en préopératoire.

Le temps judiciaire n'est pas le temps de tout un chacun. Depuis 2020, la Haute Autorité de santé a supprimé la notion d'acuité visuelle dans les indications de cataracte, ce qui facilite nettement la prise en charge des jeunes seniors.

Dans ce cas, l'évaluation du dommage est particulièrement minime puisque la patiente a retrouvé une acuité visuelle de 10/10 Parinaud 2 avec correction. Il n'y avait donc pas de baisse de la meilleure acuité visuelle corrigée, mais il était particulièrement difficile de contenir les doléances de la patiente. Retenons qu'un patient insatisfait, même en cas de réalisation parfaite du geste chirurgical, ne tiendra pas le même discours lors de l'expertise que lors de la consultation préopératoire.

Chaque année, plusieurs dossiers concernent des patients avec une exigence excessive ne supportant pas la moindre sécheresse en postopératoire immédiat, avec procédure amiable ou non dégainée à J15 postopératoire. Lorsque le dialogue est maintenu entre le patient et son chirurgien, la procédure peut s'interrompre. Lorsque le contact est rompu, il est très difficile de revenir à une situation saine.

>>> Un second dossier de chirurgie réfractive concerne une patiente de plus de 50 ans qui ne supportait plus ses lunettes de presbyte, sachant qu'elle était emmétrope de loin. Un essai de lentilles de contact avait été jugé non satisfaisant par cette dernière. Elle se plaignait d'un œil sec, comme noté dans le dossier de consultation.

Une chirurgie réfractive a donc été proposée avec information orale et écrite, et recueil d'un consentement d'opérer sur la fiche SFO. Elle a bénéficié d'un presbyLASIK, avec un résultat jugé non satisfaisant par la patiente qui se plaignait de très nombreuses doléances et, essentiellement, d'une sécheresse oculaire avec gêne visuelle.

Ce cas clinique permet d'insister sur l'importance des éventuelles contre-indications relatives à la chirurgie réfractive. En effet, un patient se plaignant d'œil sec avec ses lentilles souhaite, à juste titre, se débarrasser de celles-ci. Néanmoins, une sécheresse oculaire préopératoire trop importante doit faire récuser le patient, qui ne manquera pas d'accuser son chirurgien d'avoir aggravé son inconfort en rapport avec la sécheresse oculaire après chirurgie réfractive.

Dans un tel cas, suivant la sévérité de l'expert, l'indication opératoire sera considérée comme licite ou, à l'inverse, la sécheresse oculaire préopératoire sera considérée comme une contre-indication à la chirurgie réfractive. Tout ce qui sera annoté dans le dossier en préopératoire sera fondamental et tout ce qui sera non écrit sera réputé "ne pas exister".

>>> Enfin, nous rapportons le cas malheureux d'une inversion entre deux patientes sur un programme opératoire, l'une hypermétrope et l'autre myope. Le chirurgien explique avoir appelé les patientes qui se sont levées, bien que le nom appelé ne soit pas le leur. La programmation a donc été erronée, avec une majoration de la

myopie et de l'hypermétropie des deux patientes. Il n'a pas été possible de gérer les dossiers à l'amiable, désormais passés en judiciaire, avec deux dossiers fautifs pour manque de vérification de l'identité du patient. Ce cas rarissime est malheureux et naturellement 100 % fautif, sachant que le patient peut être stressé, ému, paniqué, mais le chirurgien doit systématiquement vérifier l'identité du patient qu'il opère.

Il n'est pas dans la mission d'un médecin expert de chiffrer le pourcentage de perte de chance, mais il doit le décrire. Dans le cas présent, une erreur d'identité de patient entraîne une perte de chance de 100 %.

L'importance du dossier

Nous avons encore trop souvent des dossiers considérés fautifs en cas d'expertise pour défaut d'information et absence de consentement du patient. La fiche SFO en rapport avec la chirurgie réfractive choisie doit systématiquement être présente dans le dossier avant l'intervention. Il faut néanmoins garder à l'esprit qu'une mise en cause ne signifie pas une "responsabilité avérée". Cependant, toutes les procédures sont pénibles et souvent mal vécues.

Une expertise contradictoire est systématiquement organisée, qu'il s'agisse d'une expertise CCI, d'une expertise judiciaire ou, dans certains cas, d'une expertise amiable. Le dossier sera systématiquement étudié et, s'il est mal tenu, il sera considéré comme "négligence fautive".

Il est donc très important de tracer tout le parcours du patient. L'expert étudiera avec attention :

>>> L'indication opératoire, justifiée ou non.

>>> L'information orale et écrite. Elle devra être vérifiable et tracée dans le dossier avec recueil systématique d'un consentement éclairé. Il ne suffit pas de donner la fiche SFO au patient. Cette dernière doit être rendue signée et datée en préopératoire, avec idéalement une date ne correspondant pas à celle de la première consultation ou au jour opératoire. En cas de sinistre, le patient ne manquera pas de dire qu'il a signé le jour de la chirurgie, n'importe où, sans ses lunettes, allongé sur un brancard, sans voir quoi que ce soit.

>>> Le compte rendu opératoire. Il devra bien préciser les différentes étapes et les constantes laser utilisées.

>>> Le suivi postopératoire. Il devra être tracé dans le dossier de consultation, comme l'aspect du fond d'œil et la tension oculaire en cas de collyres cortisonés sur plusieurs mois : en effet, un aléa thérapeutique non fautif sans suivi postopératoire diligent sera considéré "négligence fautive", avec perte de chance de récupération visuelle pour le patient. À l'inverse, un aléa thérapeutique non fautif pouvant survenir dans les meilleures mains n'aboutira pas à une responsabilité retenue de la part du chirurgien si ce dernier a suivi son patient correctement en postopératoire.

Tout dossier bien tenu sera favorable au chirurgien.

En résumé, les points fondamentaux analysés par l'expert seront le dossier, encore le dossier et toujours le dossier.

L'auteure a déclaré être médecin-conseil MACSF-Sou Médical.

Le médecin et les refus de soins du sujet majeur et capable, la question de la continuité des soins



D.-A. LEBUISSON

Conseiller ophtalmologique de One Clinic –
Clinique de la Vision, PARIS.
dalebuisson@gmail.com

En France, le droit d'accès aux soins est libre. Du moins en théorie car les conditions sociales, économiques, contextuelles, géographiques et autres viennent paramétrer cette liberté.

Le professionnel de santé possède aussi une liberté et peut refuser une prise en charge. Là encore, c'est en théorie car plusieurs bornes atténuent cette disposition.

Le Conseil d'État a eu l'occasion de rappeler que le respect de la personne humaine fait partie des principes déontologiques fondamentaux qui s'imposent au médecin dans ses rapports avec son patient.

Nous ne parlerons pas ici des patients psychiatriques et des points particuliers liés au minorat, aux urgences, à la fin de vie et aux tutelles.

Que dit la loi ?

Selon le Code de la santé publique (CSP), *“tout médecin qui se trouve en présence d'un malade ou d'un blessé en péril ou, informé qu'un malade ou un blessé est en péril, doit lui*

porter assistance ou s'assurer qu'il reçoit les soins nécessaires. Cette définition oblige le médecin face à un patient en refus”.

L'article L.1111-4 CSP dans ses deux premiers alinéas précise : *“Toute personne prend, avec le professionnel de santé et compte tenu des informations et des préconisations qu'il lui fournit, les décisions concernant sa santé. Le médecin doit respecter la volonté de la personne après l'avoir informée des conséquences de ses choix. Si la volonté de la personne de refuser ou d'interrompre tout traitement met sa vie en danger, le médecin doit tout mettre en œuvre pour la convaincre d'accepter les soins indispensables.”* C'est **tout mettre en œuvre** qui est le pivot : le médecin doit compiler de façon exhaustive ce qu'il fait ou a tenté de faire.

Le péril

Le péril se caractérise par l'association d'un danger réel qui doit aussi être grave et imminent.

Selon la loi, *“sera puni des mêmes peines quiconque s'abstient volontairement de porter à une personne en péril l'assistance que, sans risque pour lui ou pour les tiers, il pouvait lui prêter soit par son action personnelle, soit en provoquant un secours”.*

Lorsque le patient refuse de se faire soigner

Un patient peut refuser de se faire soigner (loi du 4 mars 2002). Ce peut être une décision partielle ou totale, volontaire ou avec un discernement diminué. Les conditions et raisons sont diverses. Face à ce refus, le praticien doit assistance et secours. Les principes éthiques et déontologiques précèdent le risque judiciaire qui va de la plus simple implication pénale à la plus grave en passant par la non-assistance à personne en péril (**encadré 1**).

La loi sur la non-assistance à personne en danger est une loi du régime de Vichy destinée à contraindre les témoins à porter secours à une victime. Ici, on pensait essentiellement aux soldats et policiers allemands blessés lors d'attentats. Elle n'a pas été faite pour les médecins mais pour tous les autres.

Encadré 1.

Toutefois, toute personne a le droit de refuser ou de ne pas recevoir un traitement, et le médecin a l'obligation de respecter la volonté de la personne après l'avoir informée des conséquences de ses choix et de leur gravité (Code de la santé publique, art. L.1111-4).

Le médecin, si le patient ne peut valablement consentir, délivre les soins sous sa propre responsabilité, rien ni personne (tuteur, juge, parents) ne peut l'en dégager. Si un patient est dans l'incapacité d'exprimer son avis (par exemple en cas de coma ou de tout autre état l'en empêchant), aucun acte médical ne peut être mené sans l'aval d'une personne de confiance. Toutefois, ce dernier principe est depuis peu remis en cause pour des cas extrêmes.

La conduite à tenir

Elle s'adapte à la situation mais elle débute en toutes circonstances par un constat complet dressé par écrit et reporté au dossier médical. Si des conséquences néfastes pour la santé du patient sont en jeu il faut, après l'avoir bien informé et lui avoir expliqué les enjeux, s'enquérir des proches et exposer la situation sans trahir le secret médical. Suivant l'existence ou non d'un état altérant le jugement, le médecin peut alerter les services sociaux. Si un état de vulnérabilité ou de faiblesse est suspecté, un signalement *ad hoc* est possible. Parfois, il suffit de demander une hospitalisation si l'état le justifie.

Il est crucial à toutes ces étapes de s'entourer de témoins identifiés et de documenter chaque action. Le praticien peut prendre l'avis d'un conseiller ordinal et informer son assurance s'il le juge nécessaire (litiges...) Pour autant, le médecin a intérêt à constituer une traçabilité de ses diligences. Une simple attestation de consentement au refus de soins n'est pas suffisante, il faut pouvoir prouver que le patient avait compris, d'où la nécessité de témoins, d'actes répétés et de courriers multiples.

Les refus de soins acceptés

Un médecin a le droit de refuser des soins à un patient mais cette possibilité est encadrée par des dispositions

et des principes. Parmi ces derniers et quelles que soient les circonstances, la continuité des soins doit être assurée (art. R4127-42 du CSP). Dans les dispositions, citons des conditions particulières :

● Risque d'atteinte à l'intégrité du médecin :

- visite en prison sans accompagnement sécurisé, émeutes, catastrophe non sanitaire (mais le mauvais temps n'est pas une excuse);
- comportement agressif du patient (penser à un processus de médiation ou à une fonction médiatrice).

● Non-paiement des honoraires dus.

● **Droit de grève** : la continuité des soins doit cependant être maintenue ainsi que l'obligation de réponse aux réquisitions.

● **Médecin en incapacité professionnelle** : maladie, accident, éloignement significatif.

● **Médecin faisant jouer une clause de conscience** (ex. : IVG).

Dans tous les exemples précités, il importe d'informer immédiatement le patient du refus et de matérialiser ce dernier en dossier médical au patient par recommandé avec accusé de réception au Conseil départemental de l'Ordre des médecins. Enfin, et c'est crucial, il convient de fournir une **alternative réelle** en transmettant l'éventuel dossier du patient (faire signer si remise de la copie) (*encadré 2*).

Règles d'or pour un médecin ne désirant plus suivre un patient

- Posséder un dossier médical à jour, très bien fait, complet et nettoyé des notes personnelles.
- Ne pas avoir de litige financier peu clair.
- Se prononcer vite, fort et bien, devant des témoins.
- Doubler tous les dires par des courriers R + AR.
- Donner copie du dossier et toutes les indications alternatives pour la continuité des soins.
- S'abstenir de regarder les réseaux sociaux pour compter les étoiles et lire les commentaires.

Encadré 2.

Les refus de soins obligatoires

- Soins trop dispendieux ou illusoires, voire inutiles.
- Non-connaissance de la pathologie en cause.
- Incapacité technique personnelle ou matérielle.

- Acharnement thérapeutique (loi Leonetti de 2005).
- Contournement d'une étape obligatoire médicale ou réglementaire.

Les refus de soins à éviter

Ils exposent à un double risque, l'un éthique et l'autre médico-judiciaire.

● Les soins inappropriés

- non consciencieux;
- non conformes à la science;
- dédaigneux, sans humanisme, sans compassion.

● Les soins sans continuité

- abandon du patient;
- non-réponse;
- absence d'information et d'alternative (dossier opératoire dépourvu de coordonnées en cas d'urgence).

● Les soins refusés arbitrairement

- discrimination religieuse, raciale, sociologique, sexuelle...;

- discrimination pour des états pathologiques particuliers (HIV +, handicap...);
- discrimination liée à l'âge sans raisons médicales;
- discrimination financière;
- dépassement d'honoraires sans tact ni mesure;
- honoraires prohibitifs;
- manœuvres dilatoires en cas de tiers payant;
- restriction pour certains rendez-vous programmés;
- obligation de paiement en espèces;
- refus de fournir les documents réglementaires;
- refus consécutif à des critiques envers le médecin.

Refus d'assistance à personne en péril

Le médecin a une obligation de se renseigner ou de se déplacer s'il est fait appel à lui. La faute débute si une fois informé et conscient le médecin n'intervient pas. Mais rappelons que doivent être présents les trois éléments constitutifs: le péril grave, le péril imminent et le péril identifié. Ce qui est sanctionnable, c'est l'omission volontaire une fois les trois piliers réunis. En aucune façon l'incompétence ou l'inefficacité ne sont des critères de refus.

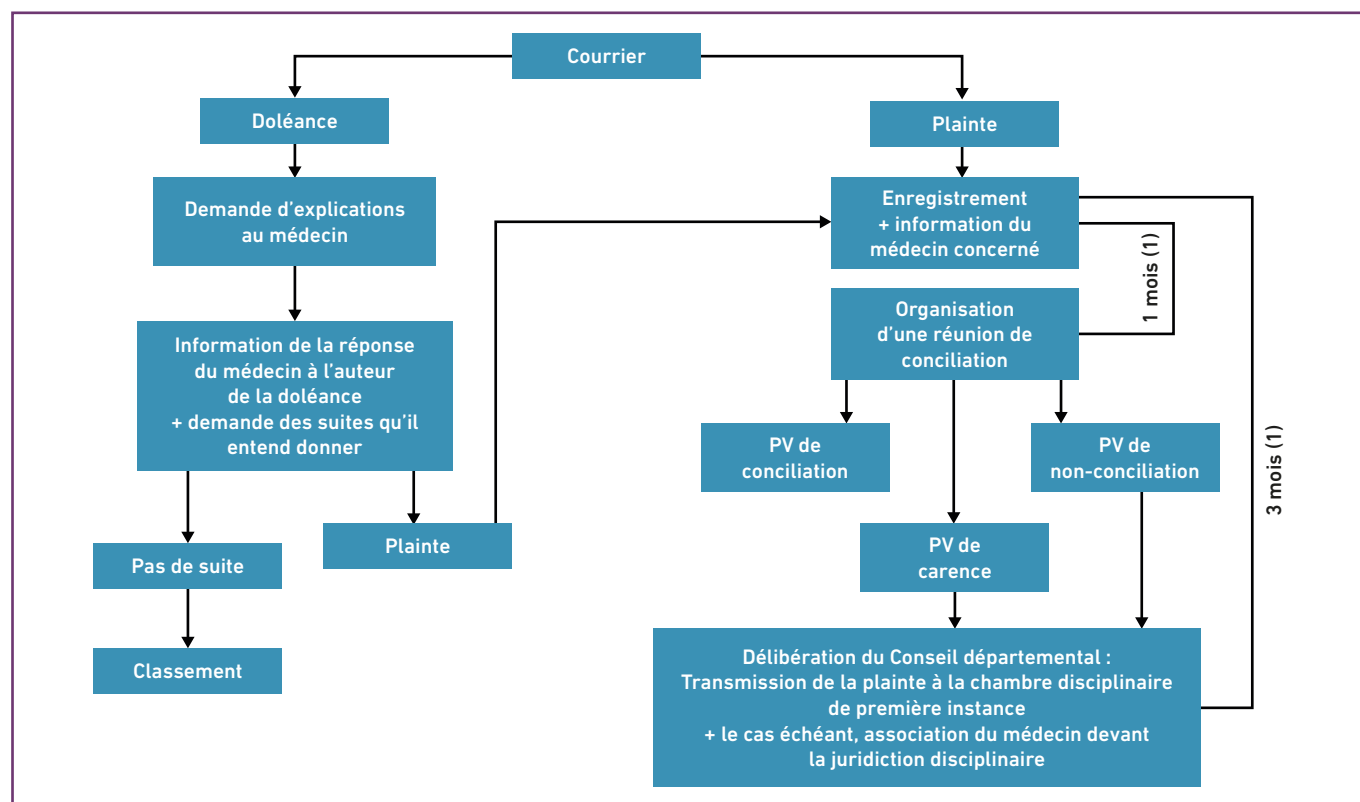


Fig. 1 : Une plainte au Conseil de l'Ordre arrive très vite en chambre disciplinaire car l'étape départementale est limitée à la conciliation.

La continuité des soins

Le concept de continuité implique l'information, la relation thérapeutique et le mode organisationnel (**encadré 3**). C'est une obligation s'imposant au chirurgien indépendamment de l'établissement: *"Quelles que soient les circonstances, la continuité des soins aux malades doit être assurée. Hors le cas d'urgence et celui où il manquerait à ses devoirs d'humanité, un médecin a le droit de refuser ses soins pour des raisons professionnelles ou personnelles. S'il se dégage de sa mission, il doit alors en avertir le patient et transmettre au médecin désigné par celui-ci les informations utiles à la poursuite des soins (article R.4127-47 du Code de la santé publique).*

Les soins délivrés par le médecin ne se terminent qu'avec le mot "fin" signant l'interruption des actions thérapeutiques et investigations. C'est une période couvrant en chirurgie toute la phase conduisant à la consolidation. Si les caisses considèrent les soins précoces comme faisant intégralement partie de l'acte en accordant une gratuité de l'acte médical les toutes premières semaines, cela ne signifie pas que le suivi est terminé.

La chirurgie réfractive s'inscrit dans un processus ambulatoire désormais très codifié. Chaque profil possède ses propres contraintes mais elles s'additionnent sans alléger le protocole socle. Ainsi, le document de sortie est obligatoire et il est de la responsabilité du médecin: *"Les informations relatives au séjour et celles qui sont essentielles pour assurer la continuité des soins sont contenues dans le document de sortie d'hospitalisation. Il comprend, au minimum, le motif de l'hospitalisation, la synthèse médicale du séjour,*

Règles d'or de la continuité des soins en chirurgie réfractive :

- Compte rendu complet disponible dans les 24 heures.
- Document de sortie remis à l'opéré à la sortie.
- Moyens de communication avec le thérapeute pour les premiers jours et nuits.
- Coordonnées des moyens de substitution ou d'alternatives du chirurgien opérateur.
- Adresses des centres d'urgence spécialisés les plus proches du domicile.
- Premier rendez-vous postopératoire.

Encadré 3.

les principaux résultats des examens, les traitements médicamenteux à la sortie (en précisant les modifications par rapport au traitement habituel du patient) et les modalités de prise en charge à mettre en place après la sortie (suite à donner)." Le document de sortie devra être remis le jour même de la sortie.

La continuité des soins est reconnue aujourd'hui comme un critère de qualité. C'est une vision centrée sur les soins plutôt que sur la maladie. Ainsi, le praticien, l'entourage et le patient savent que la photokératome (PKR) sera douloureuse, pourtant les appels téléphoniques les premières 12 heures ne sont pas rares pour s'en plaindre. C'est le mode de réponse à apporter qui fera la différence de l'évaluation ressentie du suivi.

La gestion du suivi est utile médicalement, elle s'appuie sur une formation adéquate des assistants du cabinet et sur une documentation écrite et imagée simple. La réponse média est un outil relationnel et marketing car le bouche-à-oreille se construit durant les premiers mois.

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

Communication et marketing digital

■ Marketing digital en ophtalmologie	64
E. Blumen	
■ Réseaux sociaux : best of des meilleurs comptes Instagram	70
S. Le Page	
■ La e-réputation en ophtalmologie	73
A. Nicolas-Boluda	
■ Avis Google et réseaux sociaux : quand les patients vont trop loin	76
O. Semoun	

Marketing digital en ophtalmologie



E. BLUMEN

Centre médico-chirurgical Œil et paupière, PARIS.
blumen@oeiletpaupiere.fr

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont bouleversé et révolutionné bon nombre de domaines d'activité, tant sur le plan professionnel que personnel. Le digital a, en effet, eu un impact majeur sur le plan technologique certes, mais également sur notre société. En quelques années, les réflexes et habitudes des consommateurs ou des individus ont été modifiés par les technologies du numérique : du renouvellement de nos documents d'identité, aux achats sur internet, en passant par la recherche d'informations spécifiques, ou la réalisation d'opérations bancaires, autant d'exemples de l'omniprésence du numérique dans nos vies actuelles [1]. Joseph Johnson souligne que 63 % de la population mondiale utilise internet, avec un taux de pénétration de 62,5 % [2]. Ces statistiques sont confirmées par différentes études, et on dénombre ainsi 4,95 milliards d'internautes sur terre, ce qui représente 62,5 % de la population. Voici quelques chiffres édifiants repris du rapport de Hootsuite [3] (*fig. 1 et 2*) : le nombre d'internautes actifs ne cesse d'augmenter, avec au niveau mondial + 4 % en janvier 2022, ce qui représente 192 millions de personnes de plus qu'en 2021. En France, on répertorie 60,92 millions d'internautes (93 % de la population) [3].

Le domaine de la santé n'échappe pas à cette révolution digitale, même si on peut noter un léger retard par rapport à d'autres secteurs d'activité [4]. En effet, l'acte médical qui sous-entend un contact humain dans la

perception collective, semble être contrarié par l'usage des TIC. L'exercice de la médecine en France étant par ailleurs soumis à un cadre déontologique marqué, l'impact du digital a sans doute également été décalé en comparaison à d'autres pays, moins regardants vis-à-vis des droits des patients et du secret médical. Le développement du numérique dans le monde médical s'est fait progressivement et parallèlement à l'évolution des pratiques professionnelles.

La crise sanitaire liée à la COVID-19 a été un accélérateur de l'influence de la digitalisation dans le monde médical. Ainsi les échanges de données médicales rendus possibles par des solutions de cloud sécurisé, se sont mis en place dans le même temps que le dossier médical partagé, autorisant des possibilités de concertations pluridisciplinaires, d'études de cas avec parfois des avis consultatifs spécialistes recueillis à l'autre bout de la planète. Toutes ces technologies concourent à optimiser la prise en charge



Fig. 1 : Utilisation des TIC au niveau mondial (Rapport Hootsuite 2022).



Fig. 2 : Utilisation des TIC au niveau français (Rapport Hootsuite, 2022).

médicale de nos patients, ouvrent le champ des possibles en termes d'information et d'éducation du public, bousculent les professionnels de santé qui doivent s'approprier ces nouvelles pratiques et ces nouveaux outils.

Par ailleurs, et à l'instar d'autres domaines d'activité, l'expérience "patient/client" devient stratégique, essentielle, incontournable : l'image du médecin tout puissant, "qui sait" et impose, est révolue. Les patients sont de plus en plus informés justement par le biais des informations disponibles, en un clic ou deux... Ils sont, à présent, capables de comprendre certains enjeux. Ils réclament des explications accessibles, ce qui est bien légitime, et sont éventuellement susceptibles de discuter et contredire certaines recommandations du fait de leur éducation médicale proposée sur le net. Il revient donc au corps médical de s'acclimater à ces nouvelles pratiques et trouver d'autres moyens de communication pour arriver à convaincre et mieux prendre en charge leurs patients.

Le marketing digital fait référence aux différentes pratiques consistant à promouvoir des produits, des services ou des marques par le biais de technologies numériques telles qu'internet, les médias sociaux, les moteurs de recherche, les appareils mobiles et d'autres canaux numériques. Cette approche s'est généralisée et concerne tous les domaines de consommation de produits, biens et services. Internet s'est immiscé dans les moindres recoins de nos vies personnelles et professionnelles ; les moteurs de recherche, Google en particulier, sont utilisés en permanence, les annuaires plus traditionnels sont devenus, par voie de conséquence, obsoletés et dépassés. Le marketing digital concerne diverses stratégies et tactiques pour atteindre et interagir avec un public cible et le convertir en "clients", ou patients pour ce qui nous concerne.

Quelques exemples de techniques de marketing digital comprennent l'optimisation des moteurs de recherche (SEO), le marketing des moteurs de recherche (SEA), le marketing des médias sociaux, le marketing par e-mail, le marketing de contenu, le marketing d'influence, le marketing d'affiliation et la publicité *display*. Ces techniques ne sont pas exclusives les unes des autres, et si on veut être aligné, il est préférable d'avoir une même ligne de communication et des messages cohérents sur les différentes plateformes. Dans le même registre, travailler son identité, comme le ferait une marque commerciale,

la mettre en avant, peut s'avérer intéressant pour se distinguer des "concurrents" potentiels.

Le marketing numérique offre plusieurs avantages par rapport au marketing traditionnel, notamment la possibilité de cibler des publics spécifiques avec précision, de mesurer l'efficacité des campagnes en temps réel et d'atteindre un public à grande échelle et à moindre coût.

Voici quelques stratégies de marketing numérique que les ophtalmologistes peuvent, ou non, utiliser pour améliorer leur présence en ligne...

Optimisation "naturelle" des moteurs de recherche (SEO)

Le SEO (*Search Engine Optimization*) est un aspect crucial du marketing digital : il s'agit d'optimiser son site web en termes de contenu et d'attractivité, pour qu'il soit mieux classé dans les pages de résultats des moteurs de recherche grâce à des mots clés pertinents. En travaillant ce référencement, les ophtalmologistes peuvent augmenter leur visibilité en ligne et attirer plus de patients sur leur site web. En pratique, cela impose de consacrer du temps à la recherche de mots clés intéressants le public ciblé ; ces mots clés seront ensuite intégrés dans le contenu, les métadécritptions, les pages et les titres du site internet, pour gagner en visibilité.

Référencement payant (SEA)

Le référencement payant ou SEA (*Search engine advertising*), consiste à diffuser des annonces ciblées, en général au-dessus et sur les côtés des pages de résultats des moteurs de recherche. Ces publicités permettent aux annonceurs de gagner en visibilité grâce à des mots-clés choisis judicieusement. Cet outil n'est pas recommandé par le Conseil de l'ordre des médecins [5], et on peut, en tant que professionnel de santé, s'en voir reprocher l'usage. Si on cherche à rester dans les clous, cet outil peut être utilisé au profit d'une structure, plutôt que pour promouvoir un praticien nominativement.

Cet outil peut aussi être mis à profit pour cibler des mots clés spécifiques liés à un service, tel que "chirurgie de la cataracte" ou "LASIK", mais également cibler les utilisateurs en fonction de leur emplacement, de leur âge et d'autres facteurs démographiques...

être un outil puissant pour promouvoir votre pratique. Envisagez d'utiliser les médias sociaux pour mettre en évidence les promotions spéciales, les événements ou les services offerts par votre pratique. Vous pouvez également utiliser les médias sociaux pour partager des avis et des témoignages de patients, ce qui peut vous aider à bâtir votre réputation et à attirer de nouveaux patients.

Dans l'ensemble, une stratégie de médias sociaux [6] bien exécutée peut aider les cabinets d'ophtalmologie à se connecter avec les patients, à bâtir leur réputation et à stimuler la croissance.

>>> Email marketing

Le marketing par email est une autre stratégie de marketing numérique efficace que les ophtalmologistes peuvent utiliser pour atteindre leur public cible. En collectant les adresses email de leurs patients, les ophtalmologistes peuvent envoyer des newsletters, des mises à jour et du contenu directement dans leur boîte de réception.

Le marketing par email permet aux ophtalmologistes de tenir leurs patients informés de leurs services, de promouvoir éventuellement de nouvelles offres (nouveaux outils, nouvel associé...) et de garder le lien entre deux consultations. Cela permet également d'établir des relations avec les patients en leur fournissant de précieux conseils sur les soins oculaires, ainsi que du contenu éducatif.

Ce volet du marketing digital est très employé outre Atlantique, très peu développé en France, sans doute du fait de la législation encadrant l'usage des données personnelles et du secret médical.

Quand on s'intéresse au marketing digital, et qu'on prétend utiliser ses ressorts pour optimiser son activité professionnelle, il ne faut pas perdre de vue l'exposition induite sur le net et les répercussions que cela peut avoir en termes de commentaires, jugements de valeur peu appropriés, reproches, critiques... Pour autant, ignorer ces techniques ne nous met pas à l'abri de cette exposition. Être proactif en la matière, permet de contrebalancer ce qui peut être véhiculé à notre sujet sur le web. Un exemple frappant de cet état de fait concerne les pages professionnelles de Google. Elles sont éditées par défaut

par le moteur de recherche à partir du moment où un professionnel est cité dans un annuaire. Le public a donc accès à des informations qui ne sont potentiellement pas contrôlées par la personne concernée.

Or la gestion d'une page d'entreprise Google (fig. 4) peut être un excellent moyen d'améliorer sa visibilité en ligne et d'attirer plus de patients. Par ailleurs, en prendre le lead permet de contrôler les informations que l'on souhaite propager, répondre aux avis pour faire entendre sa voix, donner accès à son site internet... C'est un volet à



Fig. 4 : Page Google My Business mise à jour.

part entière de ce qu'on appelle l'e-réputation, qu'il est important de prendre en considération si on souhaite s'investir dans le marketing digital.

Voici les étapes à suivre pour gérer sa page d'entreprise Google :

- **revendiquer sa page**: accédez au site Web Google My Business et connectez-vous avec votre compte Google. Suivez les recommandations pour revendiquer la page de votre entreprise en vérifiant que vous en êtes le propriétaire. Si la page Google My Business est déjà initiée, ce qui est souvent le cas, il suffit de cliquer sur le lien *“vous êtes propriétaire de cet établissement”* et suivre les différentes étapes;
- **mettre à jour ses informations**: une fois que vous avez revendiqué votre page, mettez à jour les informations sur votre entreprise, y compris le nom, l'adresse, le numéro de téléphone, les heures d'ouverture et l'URL du site web. Assurez-vous de fournir des informations exactes et à jour;
- **ajouter des photos**: ajoutez des photos à votre page d'entreprise Google pour présenter vos produits, vos services et l'emplacement de votre entreprise. Utilisez des images de haute qualité qui représentent votre marque et sont visuellement attrayantes;
- **répondre aux avis**: répondez aux avis des patients sur votre page d'entreprise Google. Remerciez les clients pour les avis positifs et répondez aux avis négatifs de manière professionnelle, factuelle et courtoise;
- **publier des mises à jour**: utilisez le tableau de bord de la page Google Business pour publier des mises à jour sur votre entreprise, telles que de nouveaux produits, services ou promotions. Cela peut aider à garder vos clients engagés et informés sur votre entreprise;
- **surveiller les informations et les indicateurs d'activité fournis**: utilisez l'onglet “Informations” du tableau de bord de la page Google Business pour surveiller la façon dont les patients trouvent votre entreprise et interagissent avec elle. Utilisez ces informations pour prendre des décisions basées sur ces données et optimiser votre stratégie marketing à partir de ces informations.

La gestion de la page Google My Business est devenue incontournable, la précision des informations véhiculées est fondamentale, les patients recherchant leur médecin ou leur itinéraire par son biais. Enfin, elle est un excellent moyen d'améliorer sa présence en ligne sans frais supplémentaire.

Notre empreinte digitale sur le net en tant que professionnel de santé peut être déclinée à différents niveaux, consultés par les internautes. Voici donc les trois principes importants à retenir concernant les stratégies de marketing digital à mettre en place pour une structure médicale :

- **un site internet** informatif, bien référencé en fonction de mots clefs précis. Ce n'est plus une option pour les professionnels que nous sommes. En l'absence de site internet décrivant notre activité, délivrant des informations plausibles et validées par nous-même, nous nous privons d'une visibilité en ligne d'une part et sommes à la merci d'internautes mal intentionnés pouvant véhiculer de fausses informations prétendant qu'elles émanent de nous... Ce site internet, s'il est bien construit, bien suivi et référencé correctement, peut être source de nouveaux patients, convaincus par le contenu auquel ils ont pu accéder en ligne;
- **des pages professionnelles sur les réseaux sociaux**, avec du contenu engageant et éventuellement des publications boostées, ou des promotions. Dans le domaine médical, les publicités ne font pas partie de notre ADN, car elles ont longtemps été prohibées par le Conseil de l'ordre des médecins. Elles sont mieux acceptées actuellement, mais la même instance encourage de préférence l'information objective, plutôt que des promotions commerciales [7];
- **les avis partagés** à notre sujet sur le net, au premier rang desquels, on peut citer les avis Google, qui font le lit de notre e-réputation: il n'est plus possible de les bouter, ou de les ignorer, dans la mesure où de nombreux patients font maintenant leur choix de médecins par le biais de ces avis, et nous verrons qu'ils représentent un point fort de toute stratégie digitale, mais aussi de toute stratégie d'entreprises de service. Ces avis ne sont, bien entendu, pas univoques et peuvent être activés par des personnes mal intentionnées; néanmoins, il est fondamental de les prendre en considération, d'y répondre pour éviter de donner une image négative de notre entreprise [8]. Le message véhiculé, quand il est objectif, peut servir de piste en termes d'amélioration continue de notre proposition de services.

Bibliographie

1. JOHNSON J. Internet-Demographics and use: Global digital population as April 2022 (annexe 1). <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>

2. JOHNSON J. Internet-Demographics and use: global internet penetration rate as of April 2022, by region (annexe 2). • Global regional internet penetration rate 2022 | Statista
3. Digital-2022-Global-Overview-Report.pdf (widen.net)
4. MARQUES ICP, FERREIRA JJM. Digital transformation in the area of health: systematic review of 45 years of evolution. *Health Technol*, 2020;10:575-586.
5. Décret n° 2020-1662 du 22 décembre 2020 portant modification du code de déontologie des médecins et relatif à leur communication professionnelle - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
6. HE B, STUTI MT, COSTELLO F *et al.* Navigating personal and professional development through social media in ophthalmology. *Clin ophthalmol*, 2022;16:2263-2274.
7. Décret n° 2020-1662 du 22 décembre 2020 portant modification du code de déontologie des médecins et relatif à leur communication professionnelle - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
8. https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external_package/edition/mmy1bs/cnom_guide_pratique_e-reputation
9. TAN T F, YONG L, LIM JS *et al.* Metaverse and virtual health care in ophthalmology: opportunities and challenges. *Asia Pac J of Ophthalmol*, 2022;11:237-246.
10. GHEORGHE CM, PURCĂREA VL, GHEORGHE IR. Affiliate Marketing in ophthalmological services. *Rom J Ophthalmol*, 2022;66:17-21.
11. American Academy of Ophthalmology Glaucoma surgery saves woman from a life in darkness. www.aao.org/eye-health/patient-stories-detail/peggy-glaucoma.

L'auteure a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Réseaux sociaux: best of des meilleurs comptes Instagram



S. LE PAGE

Responsable réseaux sociaux et community management.
swann.lepage@one.fr

Instagram peut être un outil utile pour les chirurgiens ophtalmologues afin de mettre en lumière leur expertise et atteindre de nouveaux patients potentiels. En utilisant Instagram, un chirurgien peut partager des informations sur les procédures qu'il réalise, les dernières technologies qu'il utilise, et fournir des conseils et astuces.

Ce qui séduit aujourd'hui? Le fameux avant/après. Les photos et vidéos sont un excellent moyen de montrer les résultats des interventions chirurgicales et d'aider les patients potentiels à se faire une idée de ce à quoi ils peuvent s'attendre (et de s'éviter quelques frayeurs).

Il est également possible de partager des conseils et astuces pour aider les gens à prendre soin de leurs yeux et à prévenir les maladies oculaires. L'avantage d'être en "direct" sur Instagram, c'est que le chirurgien peut répondre aux questions et préoccupations des patients pour fournir des informations supplémentaires sur les procédures. Et lorsqu'on ajoute un peu de storytelling, on peut gagner des patients potentiels, qui se sentent à l'aise à l'idée de choisir une pratique chirurgicale.

Cependant, il est important de noter que la publicité médicale est réglementée et qu'il y a des règles spécifiques à suivre lorsqu'on utilise les médias sociaux pour promouvoir des services médicaux. Les chirurgiens doivent s'assurer de suivre les règles et les réglementations appropriées lorsqu'ils utilisent Instagram pour promouvoir leur pratique. En général, on voit plutôt ce genre de pratique aux États-Unis.

Partons à la recherche de ces supers comptes dédiés à l'ophtalmologie ou à la chirurgie réfractive, avec leurs nombreux "followers".

Quelques comptes à suivre

>>> Le compte Instagram @aaoe est géré par l'American Academy of Ophthalmology (AAO), une organisation à but non lucratif qui s'occupe de l'éducation, de la recherche et de la défense des intérêts des ophtalmologistes et de leurs patients. Ce compte regroupe plus de 44 500 fans.

Le compte Instagram de l'AAO fournit des informations utiles et à jour sur l'ophtalmologie, y compris des publications sur les avancées technologiques, les recherches récentes et les pratiques cliniques. Il publie également des conseils pour les soins des yeux et des messages de sensibilisation pour la prévention des maladies oculaires.



Le contenu du compte Instagram est varié et éducatif, et les images et vidéos sont bien travaillées. Les vidéos peuvent atteindre 40 000 vues.

Suivre ce compte est un excellent moyen de se tenir informé des dernières nouvelles en matière d'ophtalmologie, et de bénéficier des conseils pour les soins des yeux et la prévention des maladies oculaires.

>>> Ensuite, nous avons le compte Instagram @eyetubenet qui est géré par Eyetube, une chaîne de télévision en ligne pour les ophtalmologues qui fournit des vidéos éducatives sur les procédures, les technologies et les innovations en matière de soins oculaires. Ce compte Instagram propose une variété de contenus éducatifs destinés aux ophtalmologues et aux professionnels de la santé oculaire, ainsi qu'aux patients intéressés par les soins des yeux.

Le contenu est très varié, avec des publications sur les dernières technologies, de nombreuses vidéos éducatives sur les différentes procédures très démonstratives (âmes sensibles s'abstenir), des conseils pour les patients et des entrevues avec des leaders d'opinion de l'industrie ophtalmologique. Ce contenu est de haute qualité et facilement compréhensible, ce qui le rend accessible à un large public.

>>> Le compte Instagram @ascrsofficial est géré par l'American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS), une organisation professionnelle qui représente les chirurgiens de la cataracte et de la chirurgie réfractive aux États-Unis et dans le monde. Leur compte Instagram est destiné à fournir des informations sur la pratique de la chirurgie oculaire et la recherche en cours dans le domaine de la cataracte et de la chirurgie réfractive.

Le contenu est principalement éducatif et informatif, avec des graphiques, des vidéos et des images pour illustrer les dernières avancées. Les publications couvrent une variété de sujets, tels que les nouvelles technologies de la chirurgie réfractive, les études cliniques en cours, les informations sur les conférences et les événements à venir, ainsi que des témoignages de patients.

Le compte @ascrsofficial peut être utile pour les chirurgiens ophtalmologues, les professionnels de la santé, les



étudiants en médecine et les patients qui cherchent à en savoir plus sur ce contenu précis.

>>> Le compte Instagram @theophthalmologistmag est géré par *The Ophthalmologist*, une publication professionnelle destinée aux ophtalmologistes et aux professionnels de la santé oculaire. Leur compte Instagram propose une variété de contenus éducatifs, également destinés à la communauté des ophtalmologistes.

Le contenu est varié et mis à jour régulièrement avec des publications sur les dernières tendances : des interviews, articles, ainsi que des événements et des conférences de l'industrie. Le contenu est ludique et donne envie d'être lu.

>>> Le compte Instagram @lasikexperts est géré par un groupe de chirurgiens ophtalmologues et de professionnels de la santé travaillant dans des cliniques spécialisées dans la chirurgie réfractive et la correction de la vue, dans le New Jersey. Leur compte Instagram est destiné à fournir des informations sur les différents types de chirurgie réfractive, et notamment la chirurgie LASIK.

Le contenu de ce compte est éducatif et informatif, avec des publications sur les dernières technologies de la chirurgie réfractive, des vidéos expliquant les différentes étapes de la chirurgie LASIK, des témoignages de patients avant et après l'opération, ainsi que des astuces et conseils pour aider les patients à mieux comprendre le processus de guérison après une chirurgie réfractive.

Le compte @lasikexperts peut être utile pour les patients qui cherchent à en savoir plus sur la chirurgie LASIK et les différentes options disponibles pour corriger leur vision. Les publications sur leur compte peuvent également aider les patients à comprendre les risques et les avantages de la chirurgie réfractive et à prendre des décisions éclairées concernant leur opération.



>>> Le meilleur pour la fin? Le compte Instagram de la Clinique de la Vision: @cliniquedelavision_fr. Le centre d'excellence en chirurgie réfractive est bien présent sur le célèbre réseau social depuis plusieurs mois. Vie de la clinique, événements, mise en situations réelles... La Clinique de la Vision n'est jamais à court d'idées pour mettre en lumière ses acteurs, et même ses patients!

Le staff de la Clinique ne manque pas d'imagination pour mettre en scène des actions quotidiennes: l'arrivée d'un nouveau patient, s'habiller avant d'aller au bloc, la

reprise des anciennes lunettes, une séance de sophrologie... De quoi mettre à l'aise ses "followers" et montrer aux potentiels patients qu'il n'y a rien à craindre.

Prochaine étape? Et si la chirurgie réfractive partait à la conquête de TikTok? L'application créative permet aux utilisateurs, à travers le monde entier, de s'exprimer et de se connecter avec d'autres personnes du monde entier à travers des vidéos courtes et divertissantes. On compte aujourd'hui 1,2 milliard d'utilisateurs actifs mensuels. Affaire à suivre!

Pour en savoir plus

- <https://www.aao.org/>
- <https://eyetube.net/>
- <https://ascrs.org/>
- <https://theophthalmologist.com/>
- <https://www.lasikexperts.com/>
- <https://www.cliniquedelavision.com/fr/>
- <https://www.meltwater.com/fr/blog/statistiques-tiktok>

L'auteure a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

La e-réputation en ophtalmologie



A. NICOLAS-BOLUDA
Directrice Valeur en Santé, One Clinic
alba.nicolas-boluda@one.fr

En matière de e-réputation, il existe trois types de réactions parmi les médecins : ceux qui ne la connaissent pas et que cela n'intéresse pas ; ceux qui la connaissent mais ne s'y intéressent pas non plus et enfin, ceux qui la connaissent et font des efforts pour l'améliorer.

Pourtant, c'est un fait, plus de 50 % des médecins déclarent ne pas être intéressés par leur e-réputation [1], principalement parce que leur cabinet tourne bien et qu'ils ne ressentent pas le besoin de devoir s'investir davantage pour cela. Effectivement, la question juste à se poser est : vaut-il la peine d'investir du temps et des ressources pour s'assurer que son e-réputation est bonne ? Soyons réalistes : dans le monde actuel, l'information est reine ! Surtout depuis la pandémie, où de nombreux professionnels travaillent à domicile, où les organisations ont dû modifier leurs modèles d'entreprise et depuis qu'internet est devenu notre principale connexion au monde. Aussi, bien que la gestion d'une réputation en ligne ait toujours été importante, elle l'est aujourd'hui plus que jamais.

Dans l'ère d'internet, le réflexe principal que nous avons acquis ces dernières années, pour trouver des réponses à nos questions, est de consulter un moteur de recherche. Or, les patients ont le même réflexe lorsqu'il s'agit de rechercher des informations médicales et de vérifier qui est leur médecin. La toute première impression qui est perçue de cette recherche sur internet est cruciale et durable. Car certains patients décideront de ne pas consulter un médecin s'ils trouvent sur internet quelque chose qui les inquiète.

De la réputation par le bouche-à-oreille (vision simpliste et caricaturale)...

Historiquement, un ophtalmologue développait sa réputation "à l'ancienne". Il s'installait dans un quartier et s'engageait auprès de ses confrères, médecins généralistes locaux, qui lui adressaient les patients. Au fur et à mesure, le bouche-à-oreille se répandait parmi les médecins et patients, et la patientèle se construisait, sur la base des compétences médicales, des relations entre médecins, de la rapidité des prises de rendez-vous, de la communication ou la sympathie du médecin, etc. Le patient suivait simplement la recommandation de son médecin traitant et ne cherchait pas ailleurs. Ensuite, le bouche-à-oreille commençait à s'étendre entre patients qui se recommandaient les médecins entre eux, et c'est ainsi que la réputation d'un ophtalmologue mettait des années à se bâtir. Arrivée l'ère du numérique, ce paradigme a changé. La construction de cette réputation se fait désormais principalement sur internet et sa vitesse de propagation se multiplie. C'est à partir de ce phénomène exponentiel que le concept de e-réputation est apparu.

...à la e-réputation

Selon la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL), "l'e-réputation est l'image numérique d'une personne sur internet. Cette e-réputation est entretenue par tout ce qui concerne cette personne et qui est mis en ligne sur les réseaux sociaux, les blogs ou les

plateformes de partages de vidéos” [2]. Tous les professionnels de tous les secteurs sont concernés et les ophtalmologues n’y échappent pas.

La e-réputation est fondée principalement sur les avis que laissent les patients, les commentaires sur Google étant le premier outil que les gens consultent avant de prendre rendez-vous avec un spécialiste. La première impression issue de la lecture de ces commentaires imprègnera durablement les décisions que le patient prendra par la suite. Un seul commentaire peu rassurant suffit pour annuler un rendez-vous et rechercher un autre ophtalmologue ayant de meilleurs avis. Et cela peut être particulièrement important dans le cadre de la chirurgie réfractive, s’agissant d’une procédure électorale pour laquelle il existe une grande concurrence entre les différents acteurs du marché.

Les facteurs qui entrent en jeu : ce n’est pas un problème de compétences !

Une étude de la Mayo Clinic a révélé que les médecins ayant des avis négatifs en ligne présentaient des niveaux de satisfaction des patients similaires à ceux des médecins n’ayant que des bons avis. Toutefois, l’étude a aussi révélé que les médecins ayant reçu de mauvais avis présentaient des lacunes dans des domaines autres que l’interaction avec les patients, tels que l’accueil, le temps d’attente, etc. Des récriminations très rarement liées à un défaut de compétences [3]. Il s’agit donc de dysfonctionnements opérationnels qui peuvent être résolus et/ou justifiés. Il ne faut pas oublier que, derrière chaque mauvais avis patient, il y a un patient qui souffre ou qui est déçu, un patient qui ne se sent pas écouté ou considéré et au-delà, un axe d’amélioration à mettre en place par le professionnel concerné.

Comment soigner sa réputation numérique ?

Ignorer la e-réputation n’est pas la solution. Certaines tentatives de médecins d’attaquer en justice Google My Business à cause de mauvais commentaires, sont restées sans succès [4]. De plus, la liberté d’expression reste un droit fondamental [5]. La solution est donc de soigner et travailler sa réputation numérique.

Le Conseil national de l’ordre des médecins (CNOM) ainsi que l’URPS des médecins libéraux en Île-de-France



Fig. 1 : Guides pratiques sur la e-réputation du Conseil national de l’ordre des médecins (CNOM) ainsi que l’URPS des médecins libéraux en Île-de-France.

(fig. 1) ont, en ce sens, créé un guide pratique pour les médecins, contenant des recommandations à mettre en place [6, 7] :

- la surveillance – par la mise en place d’une veille mensuelle pour prendre connaissance des commentaires ;
- si vous avez un avis négatif, essayez de comprendre le problème. Si vous optez pour l’option d’apporter une réponse vous-même, n’oubliez pas que le contenu de la réponse doit rester strictement professionnel et déontologique. Ne cédez surtout pas à la tentation de la violation du secret professionnel. Des modèles de réponses vous sont proposés par le CNOM [7] ;
- si vous avez des avis ou propos illicites qui dépasseraient les limites de la liberté d’expression et qui sont explicitement interdits par la loi, comme c’est le cas des propos injurieux, diffamatoires et/ou dénigrants, une poursuite pourra être engagée par voie judiciaire.

Certaines assurances proposent d’ailleurs une garantie e-réputation avec une assistance sur ce type de démarches. Elles peuvent aussi faire appel à des agences spécialisées en e-réputation pour des prestations de veille et même de nettoyage de e-réputation.

Et s’il y avait une alternative ?

Il suffit de quelques secondes pour détruire une réputation mais il faut fournir un travail considérable pour la reconstruire. Nous savons très bien que la satisfaction du patient ne reflète pas toujours la qualité et les compétences des médecins et cela peut s’avérer injuste. Malheureusement, aujourd’hui, la manière la plus rapide

pour un patient de se faire une idée sur un ophtalmologue passe par son nombre d'étoiles Google et les avis de ses patients.

Et si la solution était de demander aux patients d'évaluer la qualité de leurs soins ? C'est possible par la mesure des résultats rapportés par les patients (*Patient Reported Outcome Measures* – PROMs), une pratique malheureusement peu développée en France. En effet, la France ne s'est pas encore suffisamment engagée dans la production et la diffusion de ces questionnaires relatifs aux parcours de soins (ou "*outcomes measures*"), contrairement, aux pays anglo-saxons et scandinaves, où la variation de ces indicateurs (génériques ou spécifiques) est devenue un défi majeur de santé publique, dès l'instant où des registres nationaux ont permis de faire des mesures de manière rigoureuse et transparente. Le développement de registres publics permet d'un côté, à chaque équipe médicale de s'autoévaluer et de s'interroger sur ses pratiques pour les améliorer et, de l'autre, aux patients de mieux s'orienter.

Par exemple, après une chirurgie réfractive ou de la cataracte, il s'agirait de mesurer la capacité du patient à lire le journal ou à lire les sous-titres sur l'écran de sa télévision. Et les PROMs, comme c'est le cas du *Catquest 9-F* [8] ou le *Quality of Life Impact Refractive Correction (QIRC)* [9], nous permettent de faire ces mesures. Plus l'écart des résultats avant/après traitement/intervention est élevé, plus la valeur ajoutée des soins est importante. Les résultats ainsi obtenus renseignent sur la pertinence des moyens mobilisés et se révèle un gage concret de qualité, comme pourrait le permettre un label ou une certification qui serait ensuite affichée sur le site du praticien. Au sein de la Clinique de la Vision à Paris, une première étude pilote est en cours avec le Dr Albou-Ganem sur la faisabilité de l'incorporation de la mesure des PROMs dans le parcours de chirurgie réfractive. Nous espérons pouvoir prochainement étendre cette pratique au sein de l'ensemble de la clinique et au-delà, au sein des autres CLV.

De plus, au niveau européen, l'*European Society for Cataract & Refractive Surgeons (ESCRS)* pilote un registre européen pour la chirurgie réfractive et la cataracte (Eurequo) [10] auquel la France ne participe pas encore. Mais cela peut sans doute changer grâce à vous !

Bibliographie

1. E-réputation : étude descriptive auprès de 240 médecins généralistes de région sud. *Santé Publique*, 2021;33:379-392.
2. CNIL <https://www.cnil.fr/fr/la-reputation-en-ligne> Consulté le 28 février 2023
3. Online physician reviews don't reflect responses in patient satisfaction surveys <https://newsnetwork.mayoclinic.org/discussion/online-physician-reviews-dont-reflect-responses-in-patient-satisfaction-surveys/> Consulté le 22 février 2023.
4. E-reputation: un médecin attaque Google en justice <https://www.profilmedecin.fr/contenu/e-reputation-un-medecin-attaque-google-en-justice/> Consulté le 28 février 2023.
5. Art. 10: Convention de sauvegarde des droits de l'homme et des libertés fondamentales ; Art. 19: Déclaration universelle des droits de l'homme ; Art. 10 et 11: Déclaration des droits de l'homme et du citoyen.
6. Gérer son e-réputation. Guide pratique pour le médecin libéral: <https://www.urps-med-idf.org/gérer-sa-e-reputation-guide-pour-le-medecin-liberal/>
7. Conseil National de l'Ordre des Médecins (2018), "Préserver sa réputation numérique: guide pratique": https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/cnom_guide_pratique_e-reputation.pdf.
8. LUNDSTRÖM M, PESUDOV K. Catquest-9SF patient outcomes questionnaire. Nine-item short-form Rasch-scaled revision of the Catquest questionnaire. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:504-513.
9. PESUDOV K, GARAMENDI E, ELLIOTT DB. The Quality of Life Impact of Refractive Correction (QIRC) Questionnaire: development and validation. *Optom Vis Sci*, 2004;81:769-777.
10. EUREQUO <https://www.es CRS.org/about-es CRS/registries/eurequo/>

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

Avis Google et réseaux sociaux : quand les patients vont trop loin



O. SEMOUN

CHI Créteil, Institut d'Ophtalmologie du Panthéon, PARIS.
oudysemoun@hotmail.com

Les avis en ligne peuvent être utiles pour les médecins soucieux de savoir ce que pensent leurs patients de leurs soins ou encore pour ceux inquiets d'améliorer leur image sur la toile. Les patients, comme l'ensemble de la société, sont de plus en plus connectés et certains d'entre eux feront le choix de leur praticien en fonction de l'image qu'ils se font du médecin. Diverses plateformes, dont la plus célèbre Google, sont devenues une sorte de livre d'or où chacun peut critiquer, encenser, dénigrer voire diffamer, sans filtre et quelle que soit sa connaissance du sujet analysé.

L'article 10 de la Convention européenne des droits de l'homme rappelle que la liberté d'expression est un droit équilibré par des devoirs :

"Toute personne a droit à la liberté d'expression. Ce droit comprend la liberté d'opinion et la liberté de recevoir ou de communiquer des informations ou des idées sans qu'il puisse y avoir ingérence d'autorités publiques [...]. L'exercice de ces libertés comportant des devoirs et des responsabilités peut être soumis à certaines formalités, conditions, restrictions ou sanctions prévues par la loi, qui constituent des mesures nécessaires [...], à la protection de la santé ou de la morale, à la protection de la réputation ou des droits d'autrui, pour empêcher la divulgation d'informations confidentielles ou pour garantir l'autorité et l'impartialité du pouvoir judiciaire."

La critique, même si elle est désagréable, relève donc avant tout de la liberté d'expression. Toutefois, il convient autant que faire se peut de se prémunir contre certains avis négatifs qui peuvent nuire à la réputation en ligne des médecins concernés. Parfois constructifs, voire élogieux, ces avis sont souvent juste une réponse réactionnelle à un mécontentement, justifié ou non. Bien souvent, mettre un avis est l'occasion pour les patients mécontents de passer leurs nerfs suite à une mauvaise expérience.

Avis négatifs : comment répondre ?

La réputation en ligne n'est pas toujours une fatalité et certains praticiens encouragent leurs patients à laisser des avis positifs, ce qui ne rentre pas toujours dans le cadre légal et déontologique.

Face à un avis négatif, les connaisseurs et autres juristes conseillent toujours de répondre, si on le fait, de manière professionnelle.

Si vous recevez un avis négatif, il est important de ne pas réagir à chaud, de manière émotionnelle. Il faut prendre le temps d'analyser l'avis et faire la distinction entre une critique, une injure et une diffamation. Prenez le temps de comprendre les motivations de l'auteur de l'avis et de répondre de manière professionnelle et courtoise. Cela montrera aux autres lecteurs que vous êtes attentif aux difficultés de vos patients et que vous prenez leurs préoccupations au sérieux, en expliquant votre point de vue et en présentant les faits tels que vous les percevez, sans pour autant trahir le secret professionnel, ce qui n'est pas toujours évident pour se défendre. La réponse à un avis n'est pas uniquement une simple réponse mais une vitrine de vos réactions à la critique. On peut choisir de ne pas répondre, ou même de supprimer sa fiche Google, cependant si une réponse est rédigée, elle ne s'adresse pas seulement à l'auteur de la critique mais à tous les lecteurs.

Il faut donc éviter de donner des détails sur les soins médicaux prodigués ou les antécédents. Si vous avez des doutes sur la manière de répondre à un avis en ligne sans enfreindre le secret médical, demandez conseil à un avocat ou à un professionnel de santé qualifié.

Au lieu de donner des détails sur les soins, répondez de manière générale en expliquant votre approche de la médecine et en présentant les valeurs de votre cabinet. Vous pouvez également expliquer votre façon de travailler, avec une approche pédagogique et empathique. Offrez votre aide en proposant de prendre rendez-vous pour discuter des difficultés du patient. Cela vous permettra de mieux comprendre ses préoccupations et de lui offrir une solution adaptée.

Diffamation, atteinte à l'honneur... Quels recours ?

Google offre des outils pour aider les professionnels de santé à gérer leurs avis en ligne. Vous pouvez utiliser ces outils pour signaler des avis inappropriés ou faux, ainsi que pour répondre aux avis de manière plus efficace. Cependant, il faut que la diffamation, la discrimination, l'atteinte à l'honneur ou l'incitation à la haine soient caractérisées pour que Google daigne retirer l'avis. On peut conseiller de faire des captures d'écran à des fins de preuve.

Une réponse à un avis qui pourrait être perçue comme inappropriée ou offensante aura un impact négatif sur votre image et risque de se retrouver à jamais gravée dans marbre du web. Cela inclut les commentaires sur les réseaux sociaux, les blogs et tout autre contenu en ligne.

Si vous estimez que le patient auteur de l'avis a dépassé les limites de l'acceptable, vous pouvez considérer une action en justice. Cela nécessite généralement l'aide d'un avocat spécialisé en droit de la diffamation ou le support offert par la majorité des assurances en responsabilité civile et professionnelle. Les procédures sont malheureusement souvent longues.

La diffamation concerne une critique d'un fait précis et a pour conséquence une atteinte à l'honneur et à la considération, que ce soit par voie d'affirmation ou d'insinuation. L'injure, quant à elle, est définie par l'article 29

alinéa 2 de la loi de 1881 : *"Toute expression outrageante, termes de mépris ou invective qui ne renferme l'imputation d'aucun fait est une injure."* Elle peut être punie de 12 000 € d'amende lorsque cette dernière est publique. Mais la prescription est de 3 mois à compter de la publication du contenu. Ce délai très court est lié au contexte de l'époque. Au XIX^e siècle, le législateur ne pouvait prévoir les évolutions vertigineuses des moyens de communication.

Récemment, une notaire française a été visée par deux commentaires véhéments provenant d'un client mécontent. Ce client aurait qualifié la juriste d'*"escroc de notaire [...] qui ne mérite pas d'être connu"*. Et d'ajouter : *"Une honte d'avoir ça en France."*

Après avoir rapidement identifié l'auteur en cause, la notaire a engagé une procédure judiciaire pour diffamation. Invité à comparaître devant le tribunal d'Amiens, le prévenu ne s'est pas présenté à l'audience, laissant à son avocat le soin de sa défense.

La plaignante réclamait 15 000 € de dommages et intérêts, estimant que dans un secteur *"extrêmement concurrentiel"*, ces avis pouvaient avoir *"des répercussions importantes"* sur son activité. Le tribunal a condamné le client mécontent à verser 500 € d'amende avec sursis, 1 000 € de dommages et intérêts et 800 € de frais de justice en raison de la diffamation établie.

Les commentaires incriminés devraient également faire l'objet d'une suppression.

Les condamnations de la sorte relèvent cependant de l'exception.

Améliorer son image professionnelle sur les réseaux sociaux

L'image du cabinet ou du médecin revêt une importance de plus en plus croissante. Quelques pistes peuvent être proposées pour améliorer l'image d'un cabinet médical sur les réseaux sociaux :

>>> Créez une présence en ligne professionnelle. Assurez-vous que votre page sur les réseaux sociaux reflète l'image professionnelle que vous souhaitez donner de votre cabinet médical. Utilisez une photo de profil

de qualité et rédigez une biographie qui présente votre cabinet médical de manière cohérente et professionnelle, ainsi que vos compétences particulières ou votre domaine d'expertise.

>>> Publiez du contenu de qualité sur votre page sur les réseaux sociaux. Cela peut inclure des conseils de santé, des informations sur les traitements et les technologies médicales ainsi que des actualités concernant votre cabinet médical.

>>> Vous pouvez interagir avec les patients en répondant à leurs commentaires. Cela montrera que vous êtes attentif à leurs préoccupations et que vous êtes ouvert aux échanges, mais en prenant bien garde au respect du secret médical et en vous assurant que vous avez tous les éléments pour la réponse.

Conclusion

Pour conclure, les avis en ligne font de plus en plus partie de notre quotidien. Chacun peut ainsi s'ériger en juge et prodiguer ses sentences, élogieuses ou destructrices, parfois simple défouloir. Dans certains cas, une réponse judiciaire est possible, mais bien souvent c'est l'habileté dans la réponse publiée qui permettra de retrouver un équilibre. Toutefois, les règles sont inégales puisque le médecin est soumis au secret professionnel, contrairement au patient. L'appui de professionnels peut ainsi être utile dans la réponse éventuelle à apporter.

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

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

■ TransPKR: quels avantages par rapport à la PKR? Comment optimiser les résultats? C. Albou-Ganem	80
■ Chirurgie des astigmatismes forts: jusqu'où peut-on aller? T. Than Trong	83
■ Laser topoguidé: principe, indications et résultats P. Fournié	87
■ Lasers à impulsions femtosecondes: quelles nouveautés en 2023? J. Couillet	93
■ Le laser femtoseconde en ophtalmologie: aujourd'hui et demain A. Denoyer	102
■ Présent et futur de la chirurgie lenticulaire intrastromale au laser femtoseconde L. Trinh	105

TransPKR: quels avantages par rapport à la PKR ? Comment optimiser les résultats ?



C. ALBOU-GANEM
Clinique de la Vision-Visya, PARIS.
cati@albou-ganem.com

Les travaux de Stephen Trokel sur le laser à excimères (contraction de *excited dimer*) ont amené au développement de la PKR (photokératectomie réfractive) au début des années 1980.

La chirurgie réfractive débute alors sa révolution et devient une nouvelle entité.

Marguerite McDonald réalise la première photoablation en surface cornéenne au laser Excimer à la fin des années 1980. Cette technique de photoablation a été généralisée avec l'apparition du LASIK qui permettait de corriger des erreurs sphéro-cylindriques en réduisant les phénomènes douloureux.

Bien que le LASIK domine la chirurgie réfractive, la PKR demeure un outil très utile pour les yeux présentant des cornées irrégulières ou des pachymétries fines car cette technique préserve mieux l'architecture de la cornée. Or, la douleur, les cicatrices épithéliales irrégulières et le haze étaient les principaux défauts de cette chirurgie et de

nombreuses modifications ont été apportées dans le but de réduire ces complications, comme le LASEK ou l'EpiLASIK, sans qu'aucune étude scientifique n'ait prouvé l'efficacité de ces techniques par rapport à la PKR traditionnelle. À la fin des années 1990, une technique d'ablation de l'épithélium assistée par laser, la PKR transépithéliale, a été introduite comme alternative à la PKR traditionnelle [1, 2]. L'épithélium est retiré sous forme de photokératectomie thérapeutique (PTK). La surface cornéenne obtenue est alors plus lisse que celle obtenue avec une ablation mécanique. Cependant, la photoablation se faisant avec un faisceau laser de large diamètre, la délivrance en regard de la périphérie de la zone optique était réduite du fait de la courbure cornéenne, de l'incidence oblique des rayons et de la distance plus longue que le faisceau devait parcourir. L'ablation épithéliale était de ce fait inégale et la cicatrization irrégulière [3].

Le système de délivrance des dernières générations de laser Excimer se fait par un *flying-spot* de petit diamètre qui supprime cet inconvénient et améliore la technique et les résultats.

Quels avantages par rapport à la PKR ?

La TransPKR est une chirurgie "PKR tout laser" dont le laser Excimer effectue l'intégralité du geste opératoire : un débridement épithélial sous forme d'une PTK et une photoablation réfractive (*fig. 1*).

Elle présente plusieurs avantages :

- la chirurgie est plus rapide et plus confortable pour le patient : le seul geste est la mise en place du blépharostat ;
- l'automatisation de la procédure la rend plus reproductible et plus précise ;

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

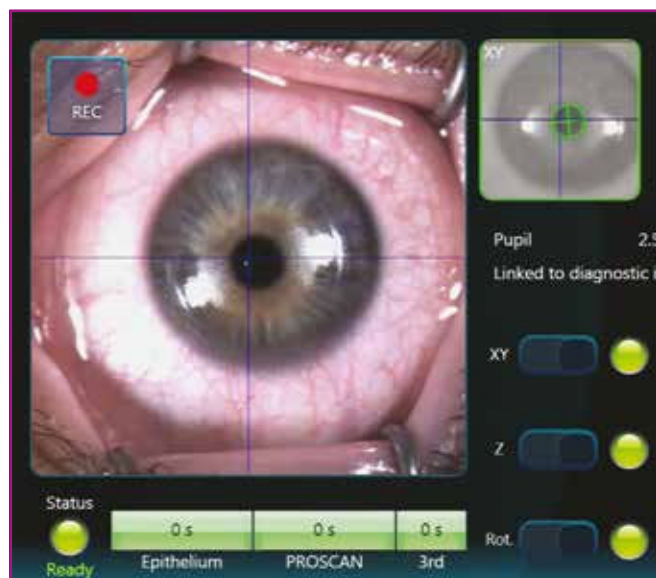


Fig. 1 : TransPRK. Fin de photoablation.

- la TransPRK limite le risque de contamination éventuelle liée au débridement à la brosse, de toxicité des agents de débridement comme l'alcool ou l'agressivité du scarificateur ;
- le débridement épithélial effectué au laser laisse une surface stromale lisse et régulière même si la jonction membrane de Bowman-stroma sous-jacent est irrégulière. En effet, la PTK réalise l'ablation épithéliale sous forme d'une lamelle à faces parallèles, alors que si le débridement est mécanique les irrégularités de la surface de la membrane de Bowman sont reproduites par la photoablation réfractive ;
- la cicatrisation épithéliale est plus rapide car le débridement est parfaitement superposé à la zone de photoablation. La récupération postopératoire est donc accélérée ;
- le risque de haze est moindre car l'apoptose kératocytaire est réduite lorsque la photoablation se fait sur une surface stromale lisse [4].

Résultats

Les résultats de la PKR transépithéliale sont excellents. Une étude personnelle des résultats à 2 ans de 197 yeux de 104 patients opérés d'amétropie myopique en TransEPI (PKR transépithéliale) avec le laser Excimer TENEO™317 le confirme.

Les patients opérés présentaient des contre-indications aux chirurgies intrastromales (LASIK ou SMILE), le plus

souvent pour des raisons anatomiques de la cornée mais aussi pour des raisons professionnelles.

Le traitement se déroule en trois phases :

- une PTK standardisée de 54 microns (paramétrable par pas de 1 micron de 45 à 65 microns) : ablation parallèle sans variation entre le centre et la périphérie ;
- après une interruption de 10 secondes, la phase réfractive corrige l'amétropie (PROSCAN, ZYOPTIX HD, SUPRACOR), avec le même profil qu'en procédure LASIK ou PKR ;
- une troisième couche PTK de 5 microns optionnelle, paramétrable par pas de 1 micron de 1 à 15 microns, lisse la surface stromale.

L'équivalent sphérique moyen est en préopératoire de $-4,09 \pm 1,61$ ($-1,62$; $-9,5$) et passe pour les 104 patients examinés en moyenne à $-0,01 \pm 0,2$ (-1 ; $1,25$) en postopératoire à 3 mois.

L'acuité visuelle moyenne sans correction est supérieure à 10/10 avec une moyenne de $10,40/10 \pm 1,65$ (5 à 15/10).

Comment optimiser les résultats ?

L'optimisation des résultats se fait en palliant les inconvénients potentiels de la PKR transépithéliale [5] :

- L'imprécision réfractive si l'ablation épithéliale n'est pas adaptée à la pachymétrie épithéliale réelle : si l'épaisseur locale d'épithélium est sous-évaluée, la correction réfractive est celle visée mais la photoablation induit une surconsommation de tissu. Au contraire, si l'épaisseur locale d'épithélium est surévaluée, la photoablation réfractive débute dans l'épithélium et, en cas de correction myopique, l'ablation dans le stroma est insuffisante et la zone optique de traitement est de plus petit diamètre ; en cas de correction hypermétropique, l'ablation ne se fait qu'en périphérie et la correction est erronée (fig. 2).

- L'autre risque est lié aux propriétés thermiques de la photoablation au laser Excimer. Chaque tir est en effet porteur d'une "charge thermique" faible si elle est prise individuellement, mais lorsque les tirs s'accumulent, la température stromale peut s'élever de plusieurs dizaines

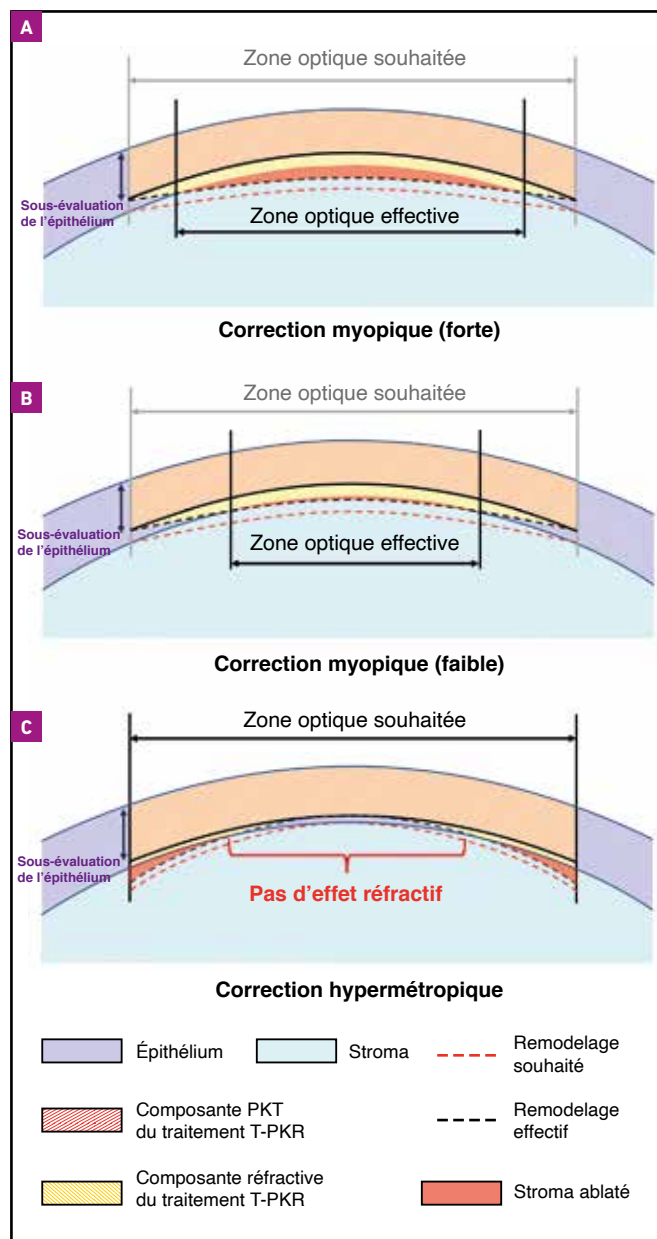


Fig. 2 : TransPKR avec sous-évaluation de l'épaisseur de l'épithélium. **A :** cas de la correction d'une myopie forte avec réduction de zone optique; **B :** cas de la correction d'une myopie faible avec réduction forte de zone optique; **C :** cas de la correction d'une hypermétropie avec défaut d'ablation au centre de la zone de traitement. © Alain Hagège

de degrés [6], dénaturer le collagène cornéen [7] et augmenter le risque de haze postopératoire [8]. Il est donc recommandé d'interrompre le traitement une dizaine de secondes entre les phases épithéliales et réfractives afin de limiter l'élévation de la température.

Conclusion

La TransEPI est une chirurgie tout laser au cours de laquelle l'épithélium est retiré grâce à une photoablation thérapeutique qui précède la photoablation réfractive. Elle est plus confortable pour le patient en peropératoire car indolore et très rapide. Elle permet une cicatrisation accélérée car la zone optique de la désépithélialisation est exactement superposée à celle de la photoablation et entraîne moins de haze.

Les résultats sont excellents avec une acuité visuelle sans correction à 3 mois le plus souvent supérieure à 10/10 dans notre étude.

Bibliographie

1. CLINCH TE, MOSHIRFAR M, WEIS JR *et al.* Comparison of mechanical and transepithelial debridement during photorefractive keratectomy. *Ophthalmology*, 1999;106:483-489.
2. CLINCH TE, MOSHIRFAR M, WEIS JR *et al.* Comparison of mechanical and transepithelial debridement during photorefractive keratectomy. *Ophthalmology*, 1999;106:483-489.
3. MROCHEN M, SEILER T. Influence of corneal curvature on calculation of ablation patterns used in photorefractive laser surgery. *J Refract Surg*, 2001;17:S584-S587.
4. KIM WJ, SHAH S, WILSON SE. Differences in keratocyte apoptosis following transepithelial and laser-scrape photorefractive keratectomy in rabbits. *J Refract Surg*, 1998;14:526-533.
5. HAGEGE A, GHOUALI W, ROZENBAUM JP *et al.* PKR transépithéliale: questions et réponses autour des solutions SmartSurFACE (Schwind) et StreamLight (Alcon). *Réalités Ophtalmologiques*, 2019;261:1-16.
6. ISHIHARA M, ARAI T, SATO S *et al.* Measurement of the surface temperature of the cornea during ArF Excimer laser ablation by thermal radiometry with a 15-nanosecond time response. *Laser Surg Med*, 2002;30:54-59.
7. SEILER T, BENDE T, WINCKLER K *et al.* Side effects in Excimer corneal surgery, Corneal thermal gradients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 1988;226:273-276.
8. NIIZUMA T, ITO S, HAYASHI M *et al.* Cooling the cornea to prevent side effects of photorefractive keratectomy. *J Refract Corneal Surg*, 1994;10:S262-S266.

L'auteure a déclaré avoir des liens d'intérêts avec Bausch+Lomb.

Chirurgie des astigmatismes forts : jusqu'où peut-on aller ?



T. THAN TRONG

Clinique de la Vision – One Clinic,
OphtalmoPôle, Hôpital Cochin, Centre AD2M, PARIS,
Cabinet, Paris 14^e.
drthantrong@gmail.com

Traitement des astigmatismes forts

La chirurgie de l'astigmatisme important par laser est largement acceptée par la communauté ophtalmologique, que cela soit par LASIK, laser de surfacer ou SMILE. Son efficacité a été renforcée par les progrès de l'acquisition des données réfractives, de la reconnaissance irienne, de la délivrance du faisceau laser par sa rapidité et sa précision, ainsi que par tous les moyens pour compenser la cyclotorsion.

Certains patients sont encore agréablement surpris en 2023 quand on leur annonce que l'on peut corriger la myopie et aussi l'astigmatisme. Cela peut en faire une population moins exigeante que pour un traitement plus classique. Les difficultés qui ont été surmontées ont été principalement le centrage du traitement, plus crucial que pour un traitement myopique simple, le traitement effectué selon l'axe désiré, avec un effet amoindri plus l'écart est grand (de 1,5 % pour 5° d'écart à de l'ordre de moitié avec 30° d'écart), l'effet couple d'un traitement astigmatique sur la composante myopique

et les réactions cornéennes cicatricielles d'un traitement asymétrique.

Avec la généralisation de l'usage de la mitomycine C dans les procédures de laser de surface, il n'existe plus de différence d'indication entre le LASIK et les lasers de surface, alors qu'un astigmatisme supérieur à 1,50 dioptrie était considéré comme un facteur de risque de survenue de *haze*.

Les résultats des diverses études ont été homogénéisés en utilisant la méthode vectorielle [1]. Les trois vecteurs fondamentaux sont la cible de correction de l'astigmatisme (TIA: *target-induced astigmatism*), l'astigmatisme induit par la chirurgie (SIA: *surgically-induced astigmatism*), et le vecteur différentiel entre le TIA et le SIA (DV: *diffence vector*). Il en découle d'autres mesures, comme la magnitude d'erreur qui est la différence arithmétique entre le SAI et le TIA (ME: *magnitude of error*), l'angle d'erreur qui est l'angle entre le SIA et le TIA, qui peut être dans le sens des aiguilles d'une montre ou non (AE *angle error* CCW *counterclockwise* ou CW *clockwise*). L'index de correction est le SIA divisé par le TIA, un nombre inférieur à 1 correspond à une sous-correction. L'index de succès est le DV divisé par le TIA, zéro étant considéré comme l'index idéal.

De nombreux articles concernant le traitement de l'astigmatisme myopique par laser ont encore été publiés en 2022 [2]. Ils font état d'excellents résultats. L'astigmatisme fort est défini comme supérieur à 2 ou 3 dioptries selon les études. Les tendances sont la supériorité du LASIK sur le SMILE [3] et la PRK [4], même avec l'utilisation de mitomycine C. Une étude avec prémarquage cornéen montre des résultats similaires entre un LASIK avec reconnaissance irienne et un SMILE [5]. Ces études ne permettent pas de connaître le résultat pour les astigmatismes myopiques très forts et ne montrent pas de cas d'astigmatismes forts hypermétropiques ou mixtes.

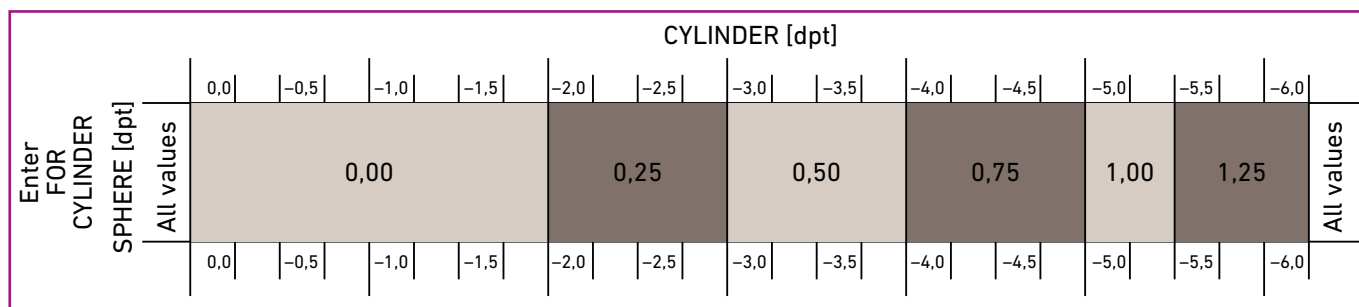


Fig. 1 : Nomogramme de correction d'astigmatisme myopique de la plateforme d'Alcon WaveLight EX500.

Jusqu'où peut-on aller ?

Pour répondre à la question "jusqu'où peut-on aller ?", la première réponse est simplement ce que permet la machine. J'utilise principalement la plateforme d'Alcon WaveLight EX500. Le nomogramme pour la correction d'astigmatisme myopique se trouve dans la *figure 1*.

Plus l'astigmatisme est fort à partir de 2 dioptries, plus il existe un facteur correctif fort. Pour la valeur maximale de 6 dioptries, il faut enlever 1,25 dioptrie. On peut extrapoler qu'en programmant 6 dioptries, on peut atteindre environ 7,25 dioptries de correction théorique. Pour un astigmatisme hypermétropique, il existe un facteur correctif à partir de 2,25 dioptries jusqu'à 5 dioptries, où il faut soustraire 20 à 25 % dioptries. Par exemple, pour 4 dioptries d'astigmatisme hypermétropique à corriger, il faut programmer 3 dioptries. Il n'y a pas de consigne pour un astigmatisme supérieur à 5 dioptries. Pour un astigmatisme mixte, après avoir converti en astigmatisme positif, il faut toujours soustraire 20 à 25 % de dioptries et appliquer le nomogramme de myopie pour la sphère. La limite de programmation est de 6 dioptries. On peut théoriquement atteindre alors 7,25 dioptries de correction en astigmatisme mixte.

La deuxième réponse est d'aller jusque là où les résultats restent satisfaisants. Pour éclairer cette réponse, j'expose quatre cas différents : un astigmatisme myopique fort traité par LASIK, un astigmatisme hypermétropique fort traité par LASIK, un astigmatisme géant traité par LASIK et un astigmatisme myopique fort traité par PRK.

>>> Cas n° 1

Homme de 32 ans, frère d'un orthoptiste avec qui je travaille.

Données préopératoires :

- OD = -1,00 (-3,75 à 10°) = 10/10;
- OG = +0,00 (-4,75 à 160°) = 10/10.

Les Orbscans sont dans la *figure 2*.

Examens réfractifs postopératoires 6 semaines post-LASIK : 10/10 sans correction aux deux yeux.

Autoréfractomètre :

- OD : (-0,25 à 80°);
- OG : +0,25 (-1,00 à 15°).

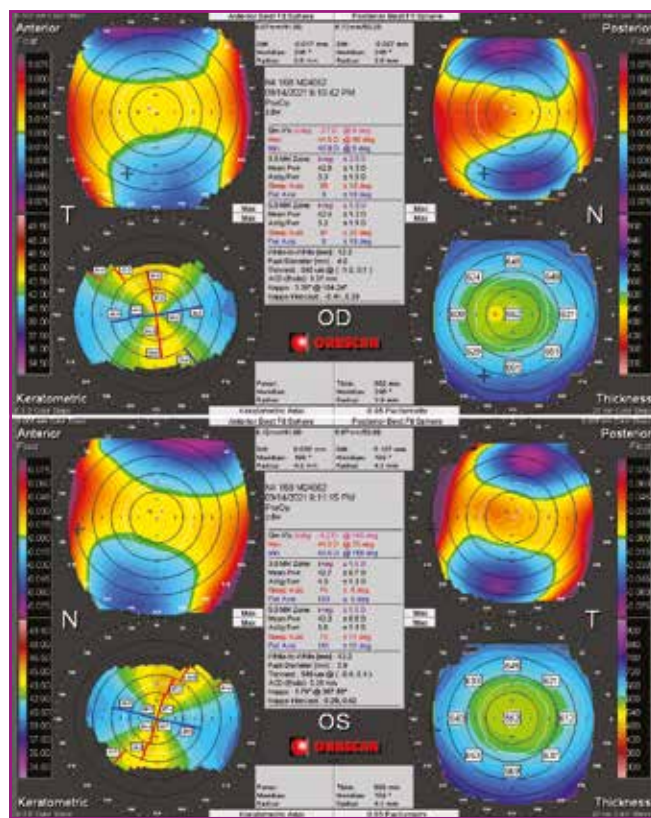


Fig. 2 : Orbscans préopératoires pour l'astigmatisme myopique fort du cas n° 1.

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

Ce cas est le plus classique, avec un excellent résultat réfractif et une grande satisfaction du patient. Les techniques actuelles permettent d'annoncer d'excellents résultats attendus pour un astigmatisme myopique important en LASIK.

>>> Cas n° 2

Homme de 22 ans, acteur, LASIK en 2019 pour forts hypermétropie et astigmatisme, fils de patient opéré de cataracte pour hypermétropie et astigmatisme similaires.

Réfraction subjective préopératoire :

- OD = +6,75 (–3,25 à 175) = 10/10 +3,50 (+3,25 à 85);
- OG = +8,00 (–2,75 à 160) = 10/10 +5,25 (+2,75 à 70);
- OD = 41,25/44,40 Km = 42,83 AXES OD = 173°/83° ;
- ROG = 41,25/44,11 Km = 42,68 AXES OG = 165°/75.

Skiascopie :

- OD = +7,25 (–3,25 à 175) = 10/10 +4,00 (+3,25 à 85);
- OG = +8,50 (–2,75 à 160) = 10/10 +5,75 (+2,75 à 70).

L'examen deux ans après retrouve en 2021, à la réfraction subjective :

- OD = +1,50 (–0,75 à 175°) = 9/10;
- OG = +3,50 (–1,00 à 10°) = 8/10.

Il existe une perte de la meilleure acuité et un reliquat non négligeable d'hypermétropie. Le résultat réfractif est juste satisfaisant, mais le patient est ravi car il peut jouer au théâtre sans lunettes et en pouvant mieux interagir avec ses partenaires. L'objectif attendu n'était pas l'excellence réfractive mais l'autonomie sans correction. La topographie montre un bombement central important (fig. 3).

>>> Cas n° 3

Homme de 26 ans avec un astigmatisme myopique majeur ayant une cornée fine et étant ingénieur spécialiste de forage, passant beaucoup de temps en mer sur des plateformes pétrolières.

Examen préopératoire :

- OD = –6,25 (–2,00 à 175°) = 10/10;
- OG = –5,50 (–4,00 à 170°) = 10/10.

À 6 mois, l'examen postopératoire post-PKR transépithéliale avec mitomycine C 30 secondes retrouve :

- OD : +0,00 = 10/10;
- OG : (–1,25 à 50°) = 10/10.

Le résultat est excellent tant sur le plan réfractif que sur celui de la satisfaction du patient. Ce type de patient n'aurait pu être opéré sans mitomycine C et aurait pu alors bénéficier de la pose d'un implant phaque torique. Même si certaines études montrent une supériorité du LASIK par rapport au laser de surface dans le traitement de l'astigmatisme fort, l'option est envisageable en cas de contre-indication au LASIK (fig. 4).

>>> Cas n° 4

Homme de 44 ans presbyte, ami de correspondant opéré en 2017 et amblyope relatif de l'œil gauche opéré de LASIK.

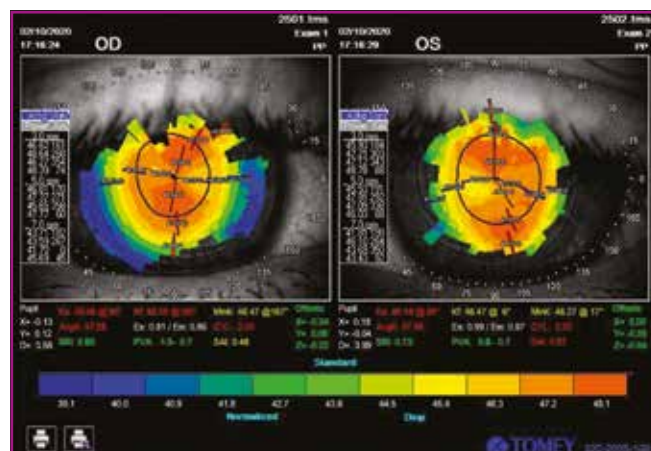


Fig. 3 : Cornées hyperbombées après traitement d'un astigmatisme hypermétrope très important bilatéral.

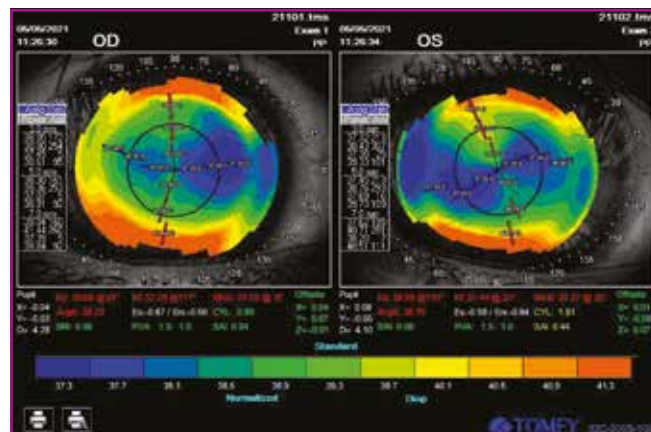


Fig. 4 : Examens topographiques 6 mois après un traitement par PRK transépithéliale d'un astigmatisme myopique fort.

Laser topoguidé: principe, indications et résultats



P. FOURNIÉ
CHU TOULOUSE
fournie.p@chu-toulouse.fr

Le laser topoguidé a pour principal objectif de remodeler une surface cornéenne irrégulière.

Principe

Le principe est d'utiliser la topographie cornéenne pour personnaliser la photoablation laser dans le but de régulariser la surface cornéenne. Ce surfaçage cornéen a pour conséquence, dans des proportions variables, parfois peu prévisibles, d'améliorer l'acuité ou la qualité visuelle. Le profil d'ablation topoguidé combine des "zones de traitement myopique et hypermétropique" pour une finalité thérapeutique. Il peut en résulter une imprévisibilité réfractive sphéro-cylindrique selon le profil de traitement et l'indication.

Indications

Les indications sont peu fréquentes, raisonnées et prudentes:

- irrégularités cicatricielles post-traumatiques, post-infectieuses;
- kératocône et ectasies secondaires post-chirurgie réfractive;
- irrégularités post-cornéoplasties: anneaux intra-cornéens, greffes de cornée;
- irrégularités post-chirurgies réfractives:

● **Soustractives** (PKR, SMILE, LASIK): décentrement, petite zone optique, îlots centraux, astigmatisme irrégulier induit. Il s'agit d'une approche thérapeutique de complications iatrogéniques. Parallèlement, certaines plateformes réfractives proposent des profils d'ablation réfractifs topoguidés (hypermétropie forte avec angle Kappa élevé, astigmatismes sévères "légèrement" asymétriques).

● **Incisionnelles**: complications de kératotomies radiaires, incisions relaxantes arciformes.

Chaque indication doit être considérée au cas par cas en évaluant les bénéfices et les risques d'une procédure topoguidée. Une des principales limites est la reproductibilité des explorations topo/tomographiques, préalable indispensable à un laser topoguidé. Le choix d'une topographie spéculaire (Placido) ou optique (Scheimpflug) dépend de l'indication et du film lacrymal, notamment. La topographie Placido sera plus dépendante de la régularité du film lacrymal. La topographie Scheimpflug sera plus perturbée en cas d'opacité qu'une topographie Placido qui n'analyse que la surface. Il est souvent conseillé de réaliser les deux types de mesures et de les comparer. Une cartographie épithéliale OCT est également importante à considérer en raison de la plasticité de l'épithélium cornéen et de son rôle de masque pour régulariser une irrégularité stromale, cible de la photoablation mais indirectement évaluée par les topo/tomographies. Une désépithélialisation par photoablation transépithéliale est souvent préalable au laser topoguidé.

Quelques résultats

1. Cicatrice post traumatique

Le laser peut avoir, dans son approche photoablatrice thérapeutique, un rôle pour traiter une opacité cicatricielle.

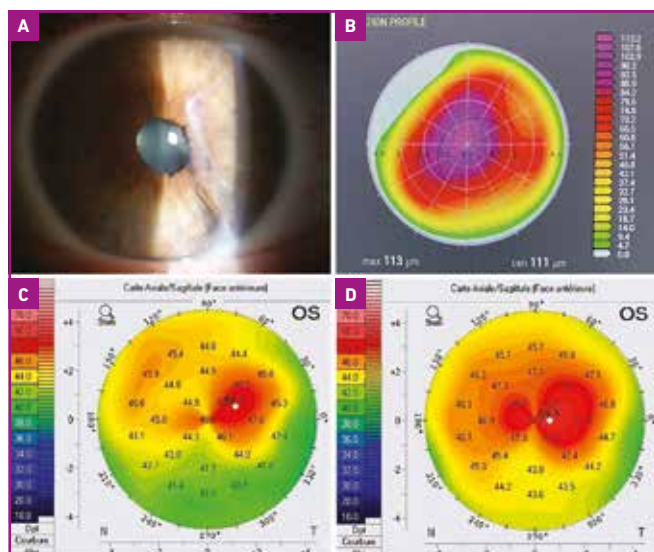


Fig. 1 : Cicatrice de plaie cornéenne transfixiante (A) avec astigmatisme irrégulier (B). Profil photoablatif topoguidé (C). L'acuité avant laser était de 0,9 P2 avec -4,5 (115-2,75). L'acuité post-laser, après régularisation (D) est de 10/10 P2 avec -1,75 (105-1,5).

Le laser topoguidé permet de réduire un astigmatisme irrégulier cicatriciel (*fig. 1*).

2. Irrégularités post-chirurgies réfractives

Elles sont moins fréquentes avec les plateformes réfractives actuelles (fîlots centraux, décentrement (*fig. 2*)) mais des irrégularités cicatricielles, de petites zones optiques (*fig. 3*) ou des complications de procédures anciennes peuvent parfois bénéficier d'une approche topoguidée. Insister toujours dans ces cas sur l'approche thérapeutique avec la part d'incertitude réfractive post-laser. L'approche est sur la qualité visuelle avec une évaluation aberrométrique préalable indispensable. Faire également attention, dans ce cas, aux risques d'ectasie par

fragilisation biomécanique cornéenne secondaire à la photoablation complémentaire. Par exemple, une réduction de la zone optique pouvait être volontaire dans un contexte d'épargne tissulaire en cas de cornée fine ou de myopie forte.

3. Kératocône

La prise en charge d'un kératocône est optique par lunettes à un stade débutant puis par adaptation de lentilles de contact lorsque les lunettes ne sont plus suffisantes. Les solutions en lentilles de contact répondent à la très grande majorité des patients. Toute technique confondue (greffe y compris), la contactologie dans le kératocône permet la meilleure correction possible : la plus conservatrice, celle qui donne la meilleure acuité/qualité visuelle. Ceci étant posé, le laser topoguidé peut avoir de rares indications, prudentes et raisonnées, en première intention ou après cornéoplasties, notamment en cas d'intolérance aux lentilles ou de difficultés de port, selon certaines conditions professionnelles ou sportives.

4. Laser topoguidé de première intention

Il s'agit de l'indication la plus controversée en raison de l'affaiblissement biomécanique secondaire à l'amincissement stromal et au risque potentiel de progression du kératocône. Plusieurs protocoles ont été décrits. Ils sont toujours combinés à un *cross-linking* cornéen (CXL). Les deux principaux protocoles de traitement publiés sont les protocoles dits de Crète et d'Athènes [1-4] :

– protocole de Crète [1] : photokératectomie transépithéliale (PKT TE) 50 μ m sur 6,5 à 7 mm + désépithélialisation

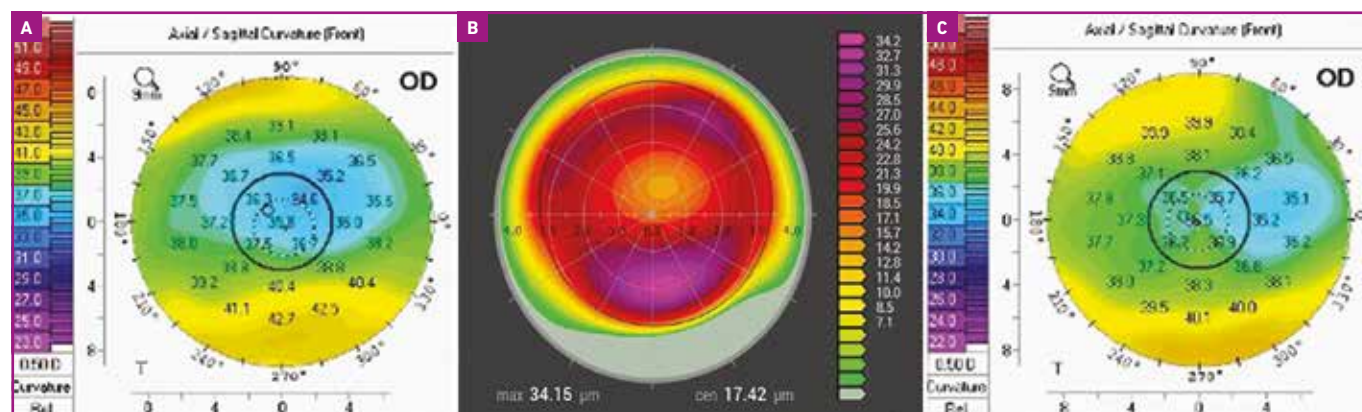


Fig. 2 : A. Décentration post-chirurgie réfractive. B. Profil d'ablation topoguidé. C. Régularisation de la zone optique centrale sur la carte topographique postopératoire.

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

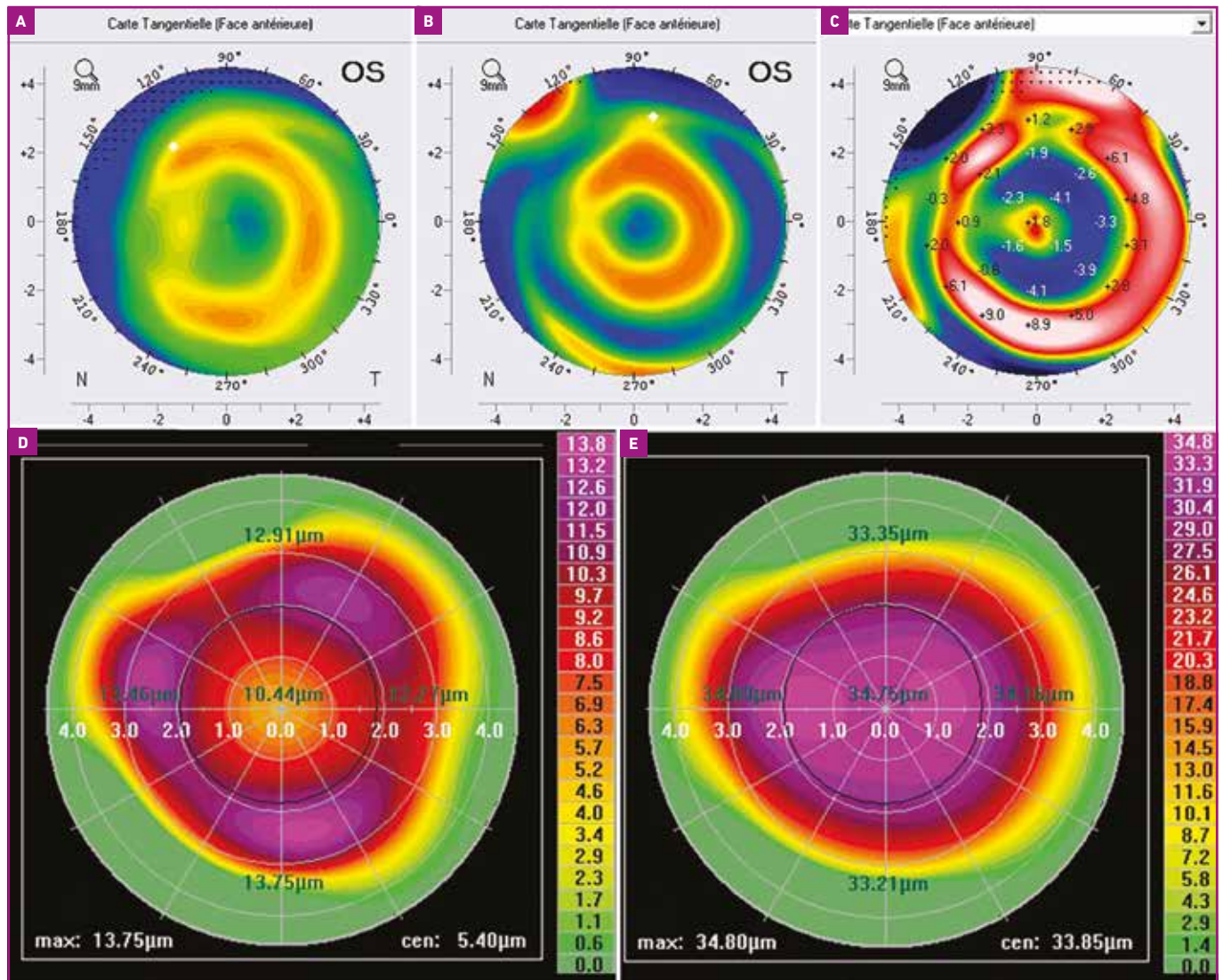


Fig. 3 : Carte différentielle (C) pré (B) / post (A) -laser topoguidé pour élargissement de petite zone optique dégradant la qualité visuelle. Profil d'ablation topoguidé prenant en compte (E) ou pas (D) la myopie induite par le profil d'ablation "ressemblant à un profil hypermétrope" (D).

mécanique périphérique sur 8 à 9 mm + CXL conventionnel 30 min (3 mW/cm^2);

- protocole de Crète plus [2]: idem + photoablation sphéro-cylindrique de $50 \mu\text{m}$ maximum sur 5,5 mm + CXL conventionnel 30 min (3 mW/cm^2) $\pm$ avec riboflavine hypotonique si pachy $< 400 \mu\text{m}$;
- protocole d'Athènes [3]: PKT TE $50 \mu\text{m}$ sur 6,5 mm + photoablation topoguidée sur 5,5 mm de $50 \mu\text{m}$ maximum (70 % de la sphère et 80 % du cylindre) + mitomycine C 0,02 % pendant 20 sec + CXL accéléré 10 à 15 min ($6-9 \text{ mW/cm}^2$);
- protocole d'Athènes amélioré [4]: photoablation topoguidée de $30 \mu\text{m}$ maximum + PKT TE $50 \mu\text{m}$ sur 7 mm

+ mitomycine C 0,02 % pendant 20 sec + CXL topoguidé (trois zones concentriques: 15 J centrée sur le sommet du cône – 10 J -5 J).

L'objectif est de remodeler, par photoablation excimer guidée par la topographie, une cornée déformée pour en améliorer les propriétés optiques (fig. 4). Le principe repose sur une épargne cornéenne avec une photoablation maximale, topoguidée ou pas, de 30 à 50 microns selon les protocoles. Le but n'est "pas réfractif mais thérapeutique, correctif" d'aberrations de haut degré, même si des aberrations sphéro-cylindriques peuvent, dans une certaine mesure, être diminuées

également. Le facteur limitant est représenté par l'épaisseur cornéenne et par la profondeur maximale de photoablation arbitrairement fixée, n'excédant, en règle, pas 50 microns. De la mitomycine C 0,02 % peut

être utilisée. Ces techniques ne répondent cependant qu'aux cornées avec un kératocône fruste, ou minime à modéré, une épaisseur le plus souvent supérieure à 450 microns.

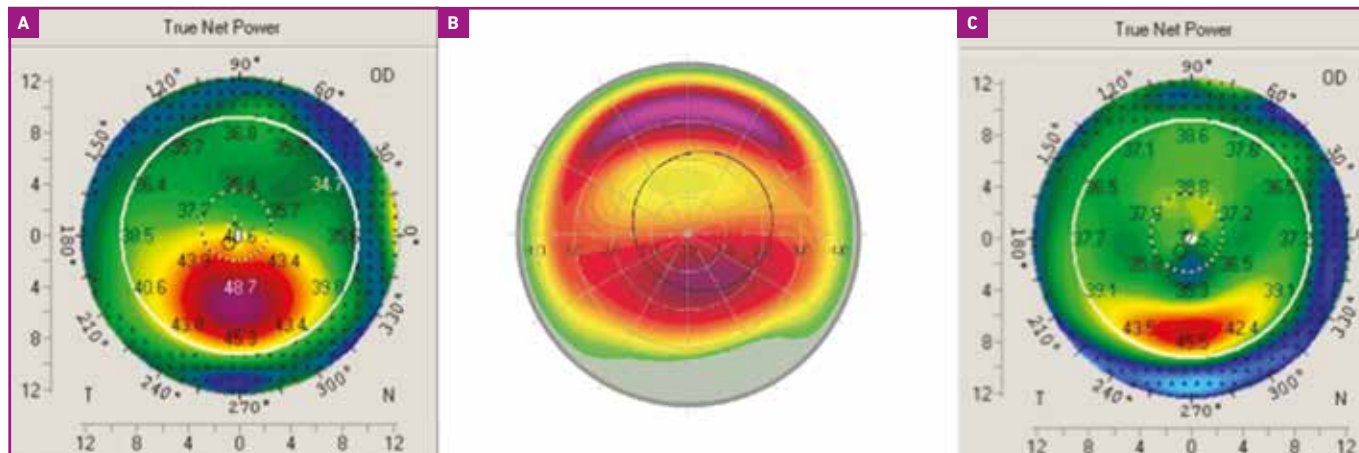


Fig. 4 : A. Kératocône minime (Kmax 48,7 D). B. Profil d'ablation topoguidé. C. Régularisation de la zone optique centrale sur la carte topographique postopératoire.

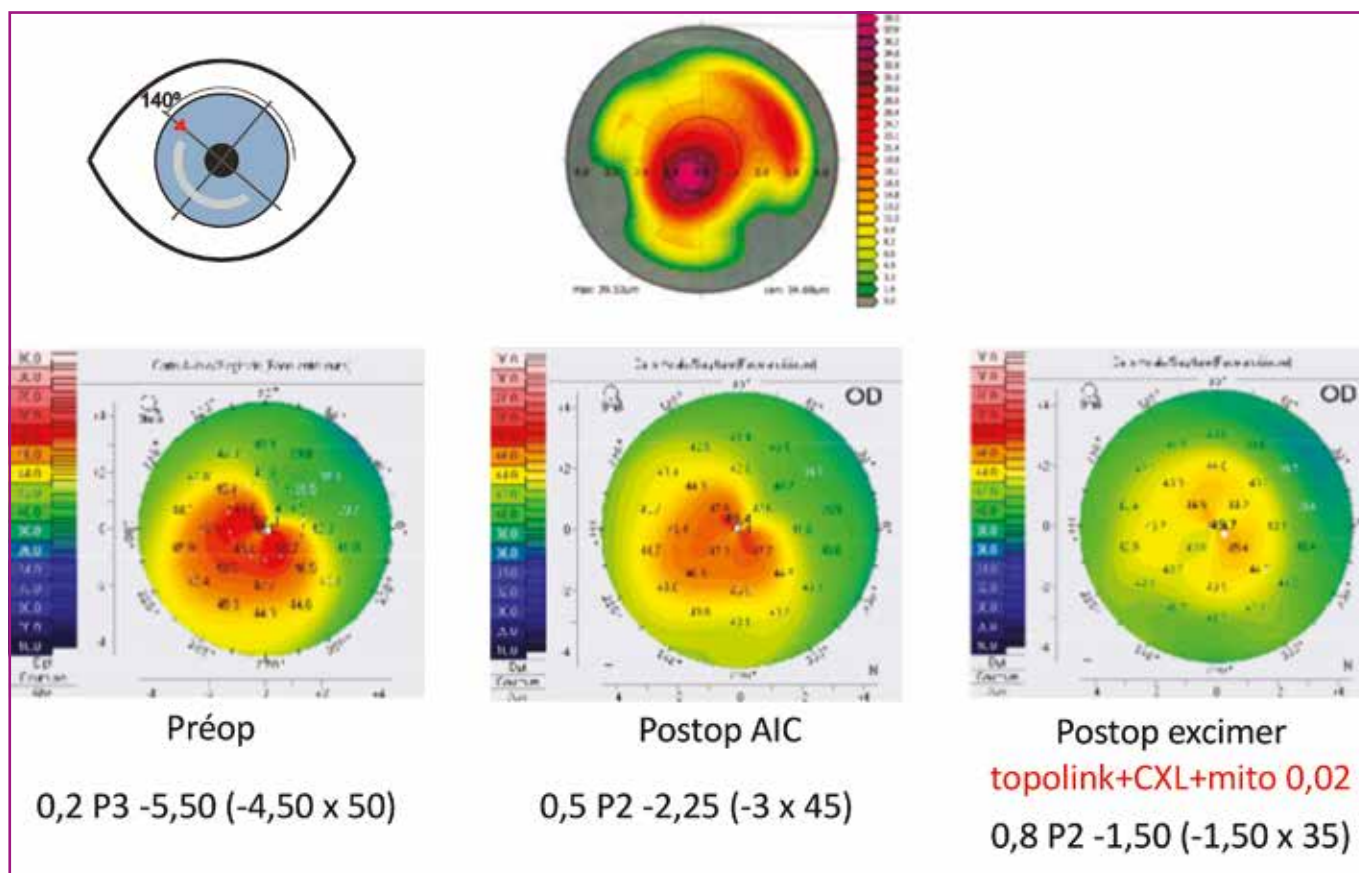


Fig. 5 : Kératocône traité par implantation d'anneau intra-cornéen (AIC) puis par laser topoguidé couplé à un cross-linking cornéen (CXL) et à l'application peropératoire de mitomycine C 0,02 %. L'implantation d'anneaux intracornéens dans cette séquence permet de réduire les aberrations de haut degré. Le laser topoguidé permet parfois d'améliorer un résultat insuffisant.

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

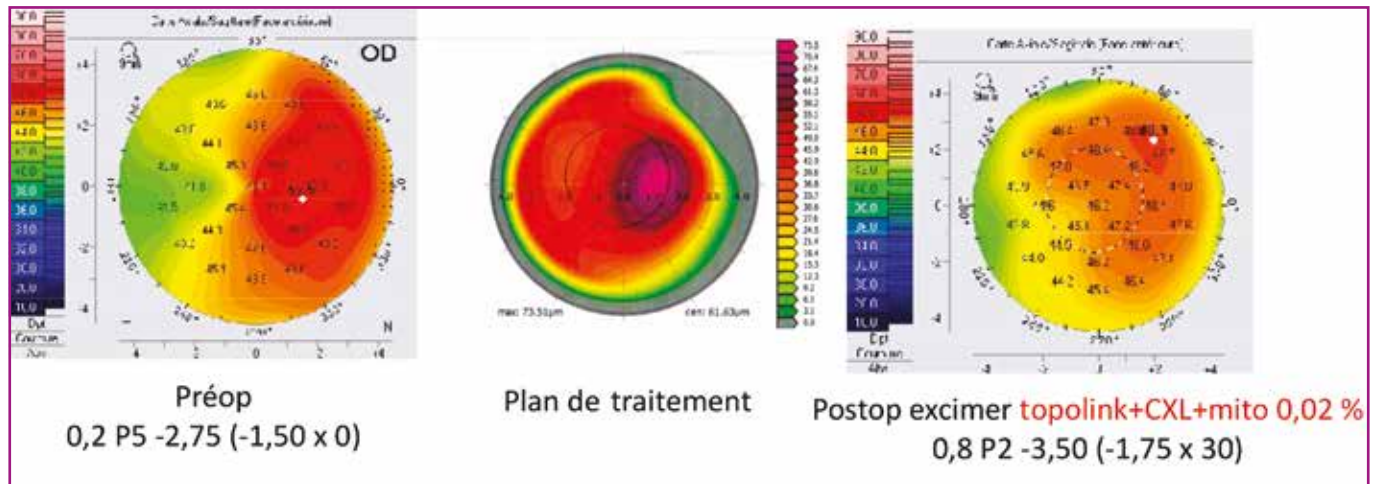


Fig. 6 : Irrégularité post-greffe de cornée traitée par laser topoguidé couplé à un cross-linking cornéen (CXL) et à l'application peropératoire de mitomycine C 0,02 %.

Ces traitements photoablatifs dans le kératocône restent encore assez confidentiels malgré un certain nombre de publications. La plupart ont un recul de 12 à 36 mois. Le gain d'acuité visuelle est variable. Une seule étude rapporte des résultats prolongés à 10 ans sur 144 yeux de patients, d'âge moyen 29 ± 5 ans (de 19 à 53 ans), opérés pour kératocône évolutif par CXL couplé à une photoablation topoguidée selon le protocole d'Athènes [5]. Il est rapporté 94,4 % de stabilité cornéenne, 2,1 % de progression qualifiée de modérée, et 3,5 % de surcorrection évolutive avec shift hypermétropique, parfois observé après CXL simple. Une étude portant sur 26 yeux rapporte un taux élevé de haze postopératoire à 1 an (57,7 % de grade 1, 23,1 % de grade 2 et 3,8 % de grade 3) et de perte de lignes d'acuité visuelle, malgré l'utilisation de mitomycine peropératoire [6]. La profondeur de photoablation était parfois élevée ($44,6 \pm 20,9 \mu\text{m}$; de 7,8 à $96,2 \mu\text{m}$), malgré un stroma postérieur minimal de $400 \mu\text{m}$.

Les principales limites à la diffusion de ces techniques sont la crainte d'un risque individuel d'aggravation d'un kératocône, souvent peu sévère lorsque la technique peut être indiquée, et la fréquence de survenue d'un haze qui semble plus importante après laser excimer en raison de l'effraction du stroma antérieur par rapport à un CXL seul.

5. Laser topoguidé après cornéoplasties

Il s'agit d'une triple procédure combinant, après un geste préalable de cornéoplastie par anneaux intracornéens (fig. 5) surtout ou greffe de cornée (fig. 6), un laser

topoguidé et un CXL. L'objectif est fonctionnel pour améliorer le résultat visuel en cas d'insuffisance d'effet et de persistance d'aberrations cornéennes, en cas d'intolérance aux lentilles, et souvent en alternative à une greffe de cornée. Là encore, la photoablation est conservatrice ne dépassant pas 50 microns, sur une pachymétrie minimale de $400\text{-}450 \mu\text{m}$, avec un risque de haze, spontanément résolutif le plus souvent. Le bénéfice visuel reste variable et imprévisible. Le risque d'extrusion des anneaux est faible, sauf en cas de placement trop antérieur des anneaux ou de photoablation trop profonde. Plusieurs protocoles sont décrits en ce qui concerne notamment la réalisation du CXL et de la photoablation, séquentielle ou combinée. Une méta-analyse récente rapporte de meilleurs résultats après triple procédure en comparaison à une implantation d'anneaux seule [7]. L'implantation d'anneaux permet une épargne tissulaire, la photoablation laser complète le traitement. Un certain nombre de patients cependant ne sont pas améliorés par la procédure.

Conclusion

Le laser topoguidé a des indications dans les cornées irrégulières, en cas d'intolérance aux lentilles de contact notamment, et peut parfois représenter une alternative conservatrice à des techniques plus invasives de greffe de cornée notamment. Son rapport bénéfices-risques doit toujours être évalué, notamment en présence d'un kératocône, en raison du risque de progression, de haze et de résultats inférieurs et moins prédictibles qu'après lentilles.

Bibliographie

1. KYMIONIS GD, GRENTZELOS MA, KOUNIS GA *et al.* Combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. *Ophthalmology*, 2012; 119:1777-1784.
2. GRENTZELOS MA, KOUNIS GA, DIAKONIS VF *et al.* Combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and conventional photorefractive keratectomy followed simultaneously by corneal crosslinking for keratoconus: Cretan protocol plus. *J Cataract Refract Surg*, 2017;43:1257-1262.
3. KANELLOPOULOS AJ, BINDER PS. Collagen cross-linking (CCL) with sequential topography-guided PRK. A temporizing alternative for keratoconus to penetrating keratoplasty. *Cornea*, 2007;26:891-895.
4. KANELLOPOULOS AJ. Management of progressive keratoconus with partial topography-guided PRK combined with refractive, customized CXL - a novel technique: the enhanced Athens protocol. *Clin Ophthalmol*, 2019;13:581-588.
5. KANELLOPOULOS AJ. Ten-year outcomes of progressive keratoconus management with the Athens protocol (topography-guided partial-refraction PRK combined with CXL). *J Refract Surg*, 2019; 35:478-483.
6. MORAES RLB, GHANEM RC, GHANEM VC *et al.* Haze and visual acuity loss after sequential photorefractive keratectomy and corneal cross-linking for keratoconus. *J Refract Surg*, 2019;35:109-114.
7. BENOIST D'AZY C, PEREIRA B, CHIAMBARETTA F *et al.* Efficacy of different procedures of intra-corneal ring segment implantation in keratoconus: a systematic review and meta-analysis. *Transl Vis Sci Technol*, 2019;8:38.

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

Lasers à impulsions femtosecondes : quelles nouveautés en 2023 ?



J. COULLET

Odysseum Ophtalmologie, MONTPELLIER.
couillet.j@gmail.com

L'apparition des plateformes laser femtoseconde a bouleversé les pratiques réfractives, tant au niveau de la chirurgie cornéenne que de celle du cristallin. Il s'est écoulé presque 20 ans depuis l'apparition des premiers lasers à destination ophtalmologique (Intralase FS2 et laser Femtek sont les pionniers de 2004). Le marché est maintenant arrivé à maturité et l'offre s'est considérablement étoffée, avec de nombreux acteurs industriels proposant chacun leur plateforme de traitement. C'est donc l'occasion pour nous de faire un point sur les nouveautés disponibles ou à venir pour cette année 2023.

Plateforme VISUMAX 800 de Zeiss

Successeur du laser VISUMAX 400 et 500, le VISUMAX 800 est la nouvelle vitrine technologique de Zeiss. Ce laser femtoseconde combine les qualités d'un *flap maker* et d'un laser capable de découpe lenticulaire par technique SMILE PRO. À noter qu'il existe aussi en version *flap maker only* : le VISUMAX 600.

La différence évidente tient d'abord à son design et sa compacité. Et surtout à la présence de deux bras robotisés, un dévolu à la tête laser femtoseconde et l'autre portant le microscope opératoire. Quand les deux bras

sont en position verticale, l'encombrement du laser est alors minimal (intérêt pour les petites surfaces ; *fig. 1*).

Par rapport à la génération précédente, le logiciel a été repensé pour plus de fluidité. La fréquence de tir a été significativement augmentée (2 MHz, par rapport aux 500 Hz de la génération précédente), ce qui se traduit par une vitesse de découpe en nette diminution : 5 secondes pour un *flap* et 9 secondes pour la réalisation d'un SMILE PRO. Selon Zeiss, la fréquence et le *pattern* de découpe permettent aussi d'améliorer la facilité de la dissection chirurgicale.



Fig. 1 : Plateforme VISUMAX 800 de Zeiss. Bras robotisés : encombrement minimal et sensation d'espace pour le patient.



Flashez ce QR code pour visualiser
la vitesse de découpe comparée
SMILE versus SMILE PRO.

La découpe en SMILE se fait du bas vers le haut (plan postérieur, *side cut*, plan antérieur et incision latérale) et la dissection manuelle commence, elle, toujours par le plan antérieur. Les indications du SMILE demeurent les mêmes : myopie jusqu'à -10 D et cylindre jusqu'à -5 D.

En revanche, l'extension du SMILE PRO au traitement de l'hypermétropie est encore en phase d'évaluation. Les résultats de l'étude multicentrique mondiale (France avec Béatrice Cochener, Europe, Chine et Inde) publiés en décembre 2022 et portant sur 374 yeux de 199 patients opérés sont très encourageants, avec des indices de sécurité et d'efficacité comparables à ceux du LASIK [1].

Les indications retenues pour le SMILE hypermétrope sont une hypermétropie < 6 D et un cylindre associé < 5 D, et une kératométrie simulée postopératoire < 51 D. La validation de cette approche permettra également d'envisager un traitement par SMILE PRO de la presbytie avec l'algorithme PRESBYOND.

La plateforme autorise également deux systèmes d'aide à la chirurgie : CentrAlign et OcuLign (fig. 2). Le système CentrAlign est maintenant disponible avec les mesures préopératoires effectuées par l'IOLMaster 700 (avant,

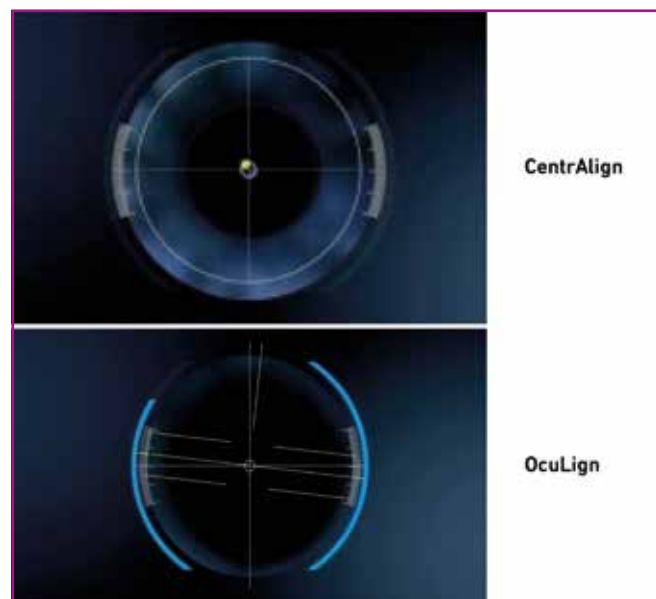


Fig. 2 : CentrAlign : la visualisation de la cible (vertex en point jaune ou centre pupillaire) est aisée et le centrage est assisté au cours de la descente de la PI par un vecteur de force numérique. OcuLign : la compensation de la cyclotorsion se fait par rotation et alignement du lenticule SMILE torique sur les mesures de toricité préopératoire (bientôt disponible avec un lien direct avec l'IOLMaster 700).

celles-ci étaient calculées par l'acquisition du topographe ATLAS 9000 et de la station CRS Master). Quant au système OcuLign, le repérage préopératoire se fait encore par marquage manuel. Dans une prochaine évolution, le marquage sera donc automatisé, à partir des données importées de l'IOLMaster 700.



Flashez ce QR code pour voir la vidéo de démonstration du VISMUMAX 800 ainsi que des fonctionnalités OcuLign et CentrAlign.

D'autre part, les packs de traitement n'ont pas évolué : toujours une interface courbe avec la même taille et la même indication en fonction du blanc à blanc, de la kératométrie et de la zone optique souhaitée. En revanche, le profil de la PI (*personal interface*) a été optimisé pour permettre un *docking* plus aisé en cas d'énophtalmie ou de nez proéminent (fig. 3).

Le VISUMAX est également capable de générer des tunnels intracornéens, entièrement paramétrables, que ce soit pour la mise en place d'anneaux pour la prise en charge du kératocône ou la réalisation de kératopigmentation annulaire. Cette fonction optionnelle est disponible sous forme de module à l'achat.

De la même façon, le VISUMAX 800 peut être implémenté par un module de kératoplastie (uniquement kératoplastie transfixiante).



Fig. 3 : Profil optimisé de la PI du VISUMAX 800, pour les "petits yeux" difficiles d'accès.

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

Plateforme ELITA de Johnson & Johnson

Le marquage CE de ce nouveau laser est arrivé récemment (fin février 2023). Il est vrai que le successeur de l'incontournable IntraLase est très attendu. Et jusqu'à présent, nous n'avions que peu d'informations à son sujet (fig. 4).

Ce nouveau laser est basé sur la génération d'impulsions femtosecondes de faible énergie (40-90 nJ par pulse), avec un spot de petit diamètre ($< 1 \mu\text{m}$), entraînant des bulles de cavitation de petite taille. Ainsi couplées à une fréquence de tirs élevée (10 Mhz!), cela permet d'approcher d'une découpe laser sans pont tissulaire (*tissue-bridge free incision*; fig. 5).



Fig. 4 : Nouvelle plateforme ELITA de Johnson & Johnson.



Fig. 5 : Vue interface utilisateur du laser ELITA. Chaque PI est scannée par la machine pour vérifier la bonne position et mesurer l'épaisseur du miroir d'aplatissement.

Le *pattern* de traitement est ici original. Au lieu de créer des impulsions selon un *raster* horizontal (i.e. IntraLase) ou circulaire (i.e. VISUMAX), la distribution des pulses se fait de façon sinusoïdale (fig. 6).

Comme les autres plateformes, ELITA propose donc une découpe lenticulaire, dénommée SILK (*Smooth Incision Lenticular Keratomileusis*). La découpe est ici biconvexe pour optimiser la phase de récupération visuelle, incluant une zone de transition périphérique. Le tunnel périphérique est unique pour l'abord des deux faces du lenticule. En revanche, il est théoriquement inutile de disséquer ce dernier (*tissue-bridge free*): dès que l'on a disséqué les deux lèvres du lenticule, il s'extrait en un seul bloc, sans manœuvre supplémentaire.

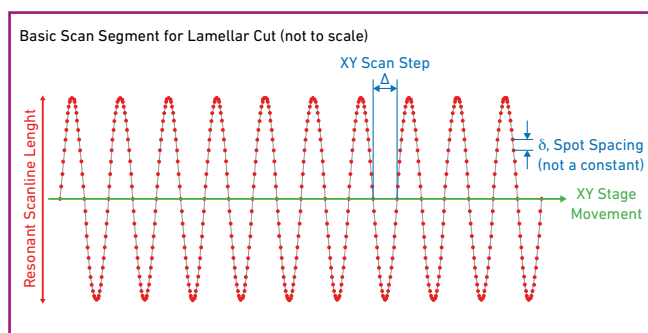


Fig. 6 : ELITA, distribution sinusoïdale des spots le long de la ligne et dans le plan de progression de la coupe. On voit que, dans ce *pattern* original, le *spacing* inter-spot n'est pas constant et se réduit au sommet des sinusoïdes.



Flashez ce QR code pour découvrir la première vidéo de SILK disponible, illustrant le concept de *tissue-bridge free*.

Le SILK autorise une correction myopique jusqu'à -12 D et une correction cylindrique associée jusqu'à -6 D. La durée de découpe d'un SILK, selon nos informations, est d'environ 16 secondes.

Concept FLAT-ADD: lors de la réalisation d'une correction lenticulaire, le principal problème réside dans la correction des petites amétropies, du fait de la finesse du lenticule créé (l'épaisseur centrale varie selon la loi de Munnerlyn). Ainsi, des accidents de découpe avec des débris de lenticule dans l'interface peuvent survenir [2].

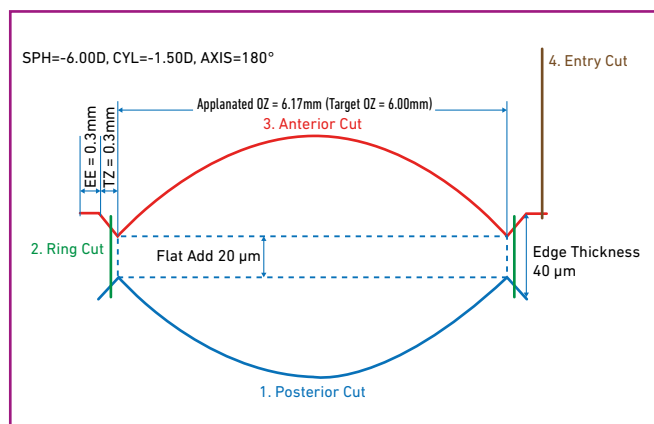


Fig. 7 : Concept Flat ADD pour les lentilles SILK. Cette couche additionnelle, sans incidence réfractive, est optimisée pour une consommation minimale de tissu cornéen et une extraction facilitée du lentille.

Lors de la création de SILK très fins, pour éviter ce type de complication, l'algorithme d'ELITA va rajouter une épaisseur (ablation plate parallèle au miroir d'aplanation) à l'épaisseur du SILK. Le lentille généré est donc plus épais pour une même réfraction et il est plus facile à retirer sans le déchirer (fig. 7).

Il n'existe pas de lien aujourd'hui avec un appareil externe pour la mesure de l'astigmatisme et la compensation de la cyclotorsion. Le repérage en cas de SILK torique se fait par un marquage manuel de la cornée.

Pour le *flap* LASIK, le diamètre maximal est de 10 mm. La découpe serait d'environ 15 secondes (évolatif).

Il n'existe pas actuellement de module pour tunnel intracornéen ni d'application pour kératoplastie, mais des développements sont en cours, notamment pour un module RING.

Plateforme LDV Z8 NEO de Ziemer

Cette nouvelle plateforme propose un laser de découpe qui, en plus d'être un *flap maker*, est également pourvu d'une fonction de découpe lenticulaire (fig. 8).

Cette dernière fonctionnalité est ici dénommée CLEAR pour *Corneal Lenticule Extraction for Advanced Refractive correction*. La différence avec le SMILE est que Ziemer propose une approche originale avec une possibilité de "double tunnel" entièrement paramétrable. Un premier tunnel est dévolu à l'abord du plan antérieur (qui doit toujours être



Fig. 8 : Plateforme compacte Z8 NEO, la plateforme *all-in-one* polyvalente de Ziemer. C'est une évolution surtout esthétique de la plateforme Z8 standard, les options étant identiques.

disséqué en premier), puis le deuxième tunnel aborde directement le plan postérieur pour terminer la dissection. Cette double voie d'abord séparée permet de bien identifier les deux plans lenticulaires et de ne pas faire de confusion. Le chirurgien choisit en préopératoire la position désirée des deux tunnels. Cependant, il est possible d'avoir un seul tunnel avec double abord si besoin (fig. 9).

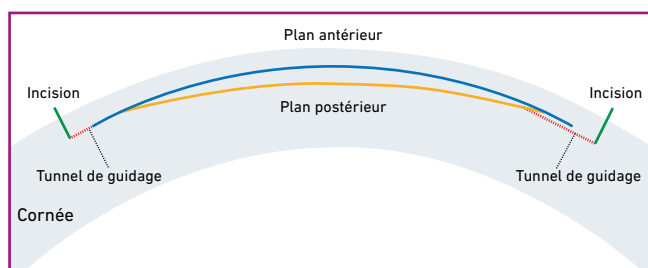


Fig. 9 : Concept du CLEAR avec double voie d'abord séparée.



Flashez ce QR code pour découvrir le concept CLEAR de Ziemer.

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

Le CLEAR est validé pour la correction de la myopie jusqu'à -10 D et pour l'astigmatisme jusqu'à -5 D, et le diamètre maximal de la zone optique peut atteindre 8 mm. À noter que la compensation de la cyclotorsion est possible grâce à un couplage en préopératoire avec le topographe Galilei G6 Z-Color (fig. 10).

Le lenticule peut également être modifié juste avant la découpe, après le *docking*, pour optimiser les paramètres. Enfin, un OCT opératoire est inclus pour un repérage préopératoire plus précis de la découpe au sein du stroma du patient. Une visualisation peropératoire (OCT *live*) est possible en option (fig. 11).

D'autre part, Ziemer affirme se démarquer de la concurrence par une découpe femto à très faible énergie, rendue possible par la focale courte de sa nouvelle pièce à main. Ces impulsions permettent d'obtenir des bulles de cavitation de petite taille et donc de pouvoir bénéficier d'un chevauchement (*overlap* de 70 %) de ces impulsions,



Fig. 10 : Topo-tomographe Galilei G6. Basé sur une technologie à double caméra Scheimpflug, il fait le lien avec la plateforme Z8 pour la mesure de la cyclotorsion préopératoire.

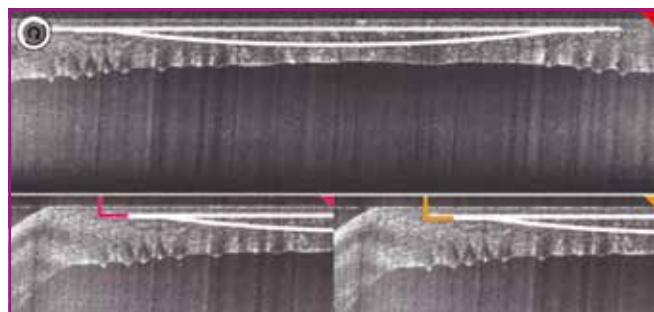


Fig. 11 : Image OCT *live* du CLEAR. On peut voir directement sur la coupe OCT *spectral domain* les limites de la découpe plan-convexe du lenticule, ainsi que les tunnels de guidage.

qui va ainsi faciliter grandement la dissection du tissu cornéen (diminution de l'effet de pont tissulaire, bien connu des chirurgiens). Cette redondance dans les tirs permet aussi d'améliorer théoriquement la précision de la découpe (*Ziemer Low Energy Concept*). En revanche, la qualité du clivage se paie par un temps de découpe un peu plus long que la concurrence.

Le Z8 NEO est donc aussi capable de faire des capots LASIK paramétrables, avec un diamètre variable de 6,5 à 10 mm par pas de 0,1 mm (circulaire ou elliptique) et des angles de *side cut* selon le choix de l'opérateur. Le temps de découpe est inférieur à 20 secondes pour un capot de 8,5 mm et de 23 secondes pour un capot de 9 mm.

La plateforme peut également réaliser des découpes de type kératoplastie (*transfixiante*, *top hat*, *mushroom*, etc.), ainsi que des tunnels pour la mise en place d'anneaux intracornéens (fig. 12).

Enfin, en interface liquidienne, le Z8 NEO propose également un module femtocataracte. Ce laser peut en effet réaliser une découpe des incisions cornéennes, plus ou moins couplées à des incisions relaxantes, ainsi que la capsulotomie et la phacofragmentation pour une chirurgie premium du cristallin.



Fig. 12 : Image OCT *live* préopératoire d'une découpe de DALK en top hat.



Flashez ce QR code pour visualiser une chirurgie de la cataracte avec phacofragmentation femtoseconde (*pattern spiderweb*) avec la plateforme Ziemer Z8.



Fig. 13: Laser excimer Aquariuz de Ziomer. Laser 500 Hz compact solid state.

Cette plateforme Z8 est donc très aboutie, avec une grande polyvalence (cataracte, presbytie, cornée) dans un format compact (1 m × 0,7 m!) et facilement transportable.

Il est également à noter, pour être complet, que Ziomer a aussi présenté à l'*European Society of Cataract and Refractive Surgeons* son nouveau laser excimer, l'Aquariuz. C'est un laser à cristal (*solid state*) donc sans bouteille de gaz à changer (ce qui, dans ce contexte de pénurie lié à la guerre, est un avantage indéniable). Cette technologie permet d'avoir un faisceau très stable et très reproductible (fréquence 500 Hz et spot gaussien < 1 mm; **fig. 13**). Un article PDF en libre-service, publié en janvier 2023, est disponible et porte sur les premiers résultats réfractifs de 5 yeux de 3 patients opérés [3].

Plateforme ATOS de Schwind

Arrivé sur le marché en 2020, le laser ATOS de Schwind est la première plateforme femtoseconde de la marque. Elle permet de réaliser des *flaps* ainsi que des extractions lenticulaires (**fig. 14**).

Le diamètre maximal du *flap* est de 9,6 mm par pas de 0,1. Le temps de découpe est donné pour environ 25 secondes. La PI est de taille unique (simplicité logistique) pour tous les traitements et de manipulation facile (*click and go*; **fig. 15**).

Concernant l'approche lenticulaire, elle se nomme ici Smart SIGHT. Les indications de traitement sont: -0,5 D



Fig. 14: Plateforme ATOS de Schwind. Unité compacte qui tient dans un espace restreint (empreinte au sol de 3,5 x 2,6 m).



Fig. 15: PI du laser ATOS. Taille unique avec une interface courbe.

< myopie < -12 D ± associée à un astigmatisme < 5 D, pour un équivalent sphérique total compris entre -0,5 et -12,5 D. Comme pour le SMILE, un seul tunnel est créé pour l'accès aux deux plans. En revanche, les faces du lenticule Smart SIGHT ne sont pas parallèles au plan cornéen (lenticule convexo-concave) et les bords du lenticule sont inclus dans une zone de transition optimisée, ce qui permettrait de réduire le temps de récupération visuelle postopératoire par rapport à la concurrence.

Le repérage anatomique des points remarquables pour le centrage (centre pupillaire, vertex) ainsi que celui de la

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

cyclotorsion se fait en préopératoire, grâce à un lien avec les appareils CSO suivants: SIRIUS, SIRIUS + et MS39.

Dans la dernière publication (en *open source*) de Kishore et Arba-Mosquera, à propos de 221 yeux de 114 patients opérés et suivis sur 12 mois par technique Smart SIGHT, les résultats pour des myopies moyennes de -6 D environ sont comparables à ceux du LASIK [4].

Pour l'instant, ATOS n'est pas encore en mesure de proposer la création de tunnels cornéens ou de kératoplasties, mais le développement est en cours.



Flashez ce QR code pour voir la vidéo de démonstration du laser ATOS.

Plateforme FemtoMatrix de KERANOVA

Dernier venu dans le monde des lasers femtosecondes, ce laser français (!) développé par la start-up KERANOVA, implantée à Saint-Étienne et issue du laboratoire BiiO (Biologie, Ingénierie et Imagerie pour l'Ophtalmologie, EA2521 de l'université Jean Monnet), représente une approche novatrice de la découpe femtoseconde (fig. 16).



Fig. 16: Plateforme FemtoMatrix de KERANOVA. Le laser femtoseconde est déplacé par un bras robotisé qui revient automatiquement dans sa position de parking à la fin de la découpe. Le laser étant mobile et équipé d'un bras-robot, il peut s'intégrer dans le bloc opératoire, sans avoir à déplacer le patient, pour l'aspiration du cristallin avec un appareil de phaco classique. Une pièce à main et un système d'aspiration dédié devraient être à terme intégrés dans la plateforme pour réaliser la procédure, sans avoir besoin de machine complémentaire.

En effet, la durée d'une découpe femtoseconde est liée au grand nombre d'impulsions et de bulles de cavitation plasmatiques nécessaires pour obtenir un plan de clivage qui soit aisé à disséquer (limitation du phénomène de pont tissulaire). Ces impulsions ultrabrèves, de l'ordre d'une centaine de femtosecondes, sont suivies d'un temps de déplacement du spot (temps de déplacement du chemin optique guidé par les miroirs) qui est très long par rapport à ces dernières, donc une perte de temps considérable dans la création d'un capot par exemple. On rappellera toujours qu'on doit la découverte des propriétés de puissance et de découpe des impulsions femtosecondes à un double prix Nobel en 2018, le Français Gérard Mourou et la Canadienne Donna Strickland – qui est seulement la troisième femme à obtenir ce prix.

Concernant ce laser, l'idée totalement novatrice est donc de générer une découpe non pas "point par point" mais matricielle (concept FemtoMatrix breveté), qui permet la réalisation d'une multitude d'impulsions laser simultanées (fig. 17).

La PI du laser FemtoMatrix est composée d'une interface patient avec succion limbique et d'une lentille courbe qui vient au contact de la cornée (fig. 18).

KERANOVA vise l'obtention du marquage CE dans les prochains mois pour la femtocataracte (photo-émulsification du cristallin), afin de mettre son dispositif sur le marché courant 2023. Ainsi, la découpe matricielle permet de fragmenter le cristallin en environ 15 000 petits cubes de 200 μm de côté, en 40 secondes environ. La photo-émulsification est guidée par un OCT

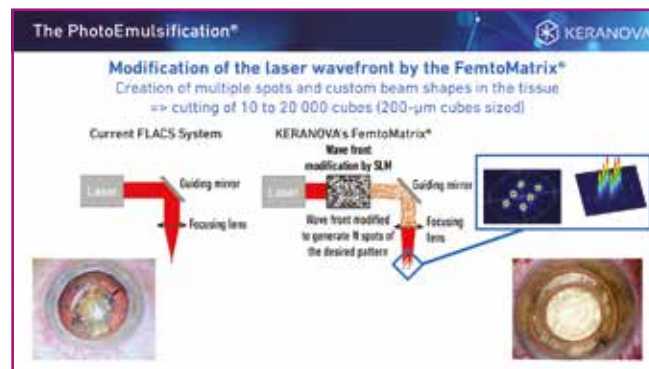


Fig. 17: Concept breveté de découpe matricielle par FemtoMatrix. La multitude de spots permettrait une approche de photo-émulsification sans ultrason complémentaire.

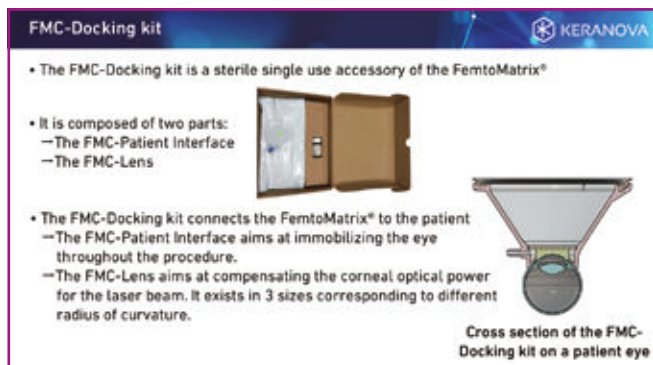


Fig. 18 : PI du laser FemtoMatrix en deux parties avec interface courbe.

intraopératoire et se termine par la capsulotomie et les incisions cornéennes.

Une analyse OCT est aussi effectuée au début de la procédure laser pour optimiser la délivrance de l'énergie sur l'ensemble du cristallin (analyse TSS: *Threshold Scanning System*). En effet, une série de 8 spots laser, de puissance croissante et connue, est initiée dans 24 localisations déterminées du cristallin. Les bulles de cavitation formées sont alors étudiées et le logiciel en déduit la puissance minimale de "rupture" en microjoules pour chaque zone. Une cartographie 3D du nombre de spots laser requis par zone est donc générée (traitement personnalisé). Cela permet d'optimiser le nombre de spots nécessaires et le temps total de traitement (*fig. 19 et 20*).

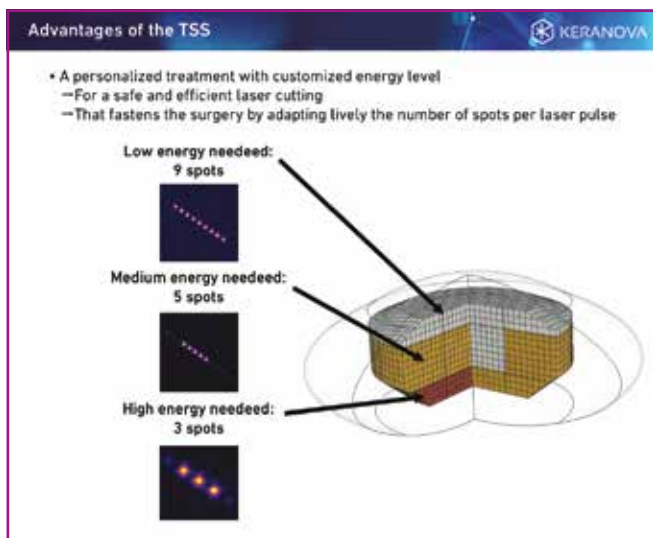


Fig. 19 : Cartographie du cristallin par analyse TSS OCT. Le nombre de spots par impulsion matricielle varie en fonction de la "dureté" locale du noyau. En **zone grise**, le cristallin est relativement souple et le logiciel va générer 9 spots par impulsion. En revanche, dans la **zone rouge**, un ratio de 3 spots plus énergétiques par impulsion sera utilisé. La délivrance et le temps de traitement sont donc optimisés.

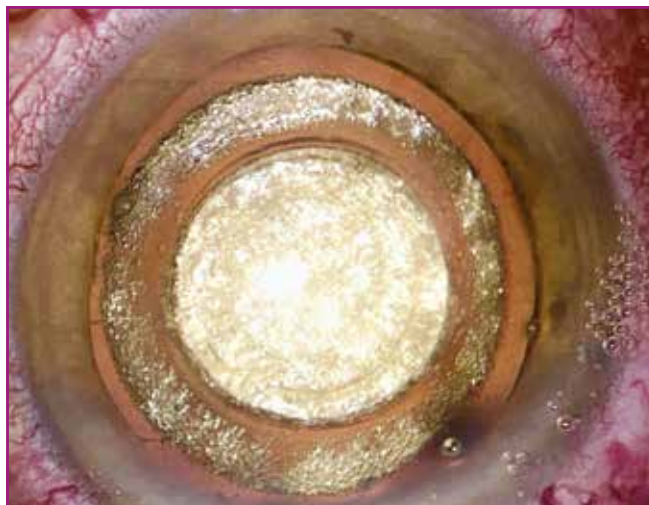


Fig. 20 : Image intraopératoire à la fin de la procédure par laser FemtoMatrix. On voit la capsulotomie laser et, en dessous, l'image de *golden eye*, typique de la photo-émulsification, liée à la fragmentation du noyau en milliers de petits cubes.

Une étude clinique de 2022, conduite par Pavel Stodulka, non encore publiée, rapporte le résultat de 21 yeux opérés par laser FemtoMatrix, avec une densité de noyau moyenne de grade 3.8. 80 % des patients (19 sur 21) ont pu être opérés sans recourir à des ultrasons complémentaires. Ce résultat préliminaire semble donc bien meilleur que les plateformes de FLACS antérieures. Le temps total d'utilisation des ultrasons est significativement réduit, avec ainsi une diminution du traumatisme endothélial (*fig. 21*).

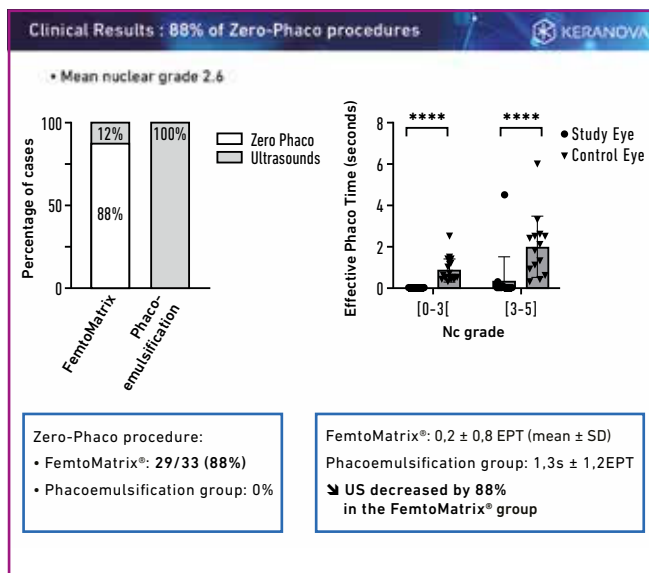


Fig. 21 : Résultat d'une seconde étude pivotale sur 33 yeux, avec une cataracte de grade moyen 2.6. 88 % des patients ont bénéficié d'une procédure sans phaco à ultrasons complémentaire.

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne



Flashez ce QR code pour regarder la vidéo d'une phaco-émulsification par laser FemtoMatrix.

D'autre part, des projets de développement sont en cours concernant la chirurgie réfractive cornéenne. En effet, du fait de l'impulsion multifocale, la découpe du *flap* LASIK sera ultrarapide. On annonce des durées potentiellement inférieures à 2 secondes pour un volet complet! Des découpes de *flap* ont déjà été réalisées avec succès sur des cornées de porcs et des cornées humaines (cornées de donneur). Laser à suivre...

	ELITA Johnson & Johnson	ATOS Schwind	VISUMAX 800 Zeiss	Z8 NEO Ziemer
Découpe lenticulaire	SILK	Smart SIGHT	SMILE PRO	CLEAR
Vitesse moyenne découpe lenticule*	16 s	24 s	< 10 s	30 s
Géométrie du lenticule (myopie)	Bi-convexe avec zone de transition	Convexo-concave avec zone de transition	Plan-convexe	Plan-convexe
Diamètre max <i>flap</i> LASIK	10 mm	9,6 mm	Cône M	10 mm
Vitesse moyenne de découpe <i>flap</i> *	15 s	15 s	7 s	20 s
Manipulation de l'interface	Joystick	Joystick	Joystick assisté par vecteur numérique	Manuelle avec bras mécanique
Link cyclotorsion	Manuel	SIRIUS, SIRIUS +, MS-39	IOL Master 700	GALILEI G6 Z COLOR
Fréquence de tir	10 Mhz	> 4 MHz	2 MHz	> 5 Mhz
Tunnel intracornéen	Non	Non	Oui	Oui
Kératoplastie (PKP, DALK, DSAEK...)	Non	Non	Uniquement PKP	Oui
Femtocataracte	Non	Non	Non	Oui
Morphologie de la PI	Aplation	Interface courbe	Interface courbe	Aplation

* Les vitesses de coupe sont données ici à titre indicatif et varient selon le diamètre et les paramètres de découpe (*spacing spot/line*) et peuvent évoluer selon les mises à jour logicielles.

Tableau 1 : Comparaison des données techniques disponibles des différentes plateformes femtosecondes du marché, destinées à la chirurgie réfractive.

Conclusion

Le marché des lasers à impulsions femtosecondes est, on le voit, extrêmement dynamique, avec une offre rapidement croissante (*tableau 1*). Les deux grandes tendances qui se dessinent sont donc le gain toujours plus grand en vitesse d'exécution et la conversion, pour tous les acteurs industriels, à l'extraction lenticulaire, chacun ayant son acronyme.

Il est trop tôt pour dire si les différentes options de géométrie de lenticule existantes vont avoir un rôle significatif dans les résultats cliniques, particulièrement dans la vitesse de récupération visuelle, par rapport au LASIK. Ainsi le match LASIK *versus* lenticule risque-t-il de se prolonger encore longtemps, chaque camp ayant ses propres arguments à faire valoir.

Quant aux grandes "majors" de la réfractive (Alcon et Bausch + Lomb), leur absence est ici criante. Cependant, selon nos informations, de nouvelles générations de plateforme sont en phase de développement, mais de façon, pour l'instant, strictement confidentielle.

On l'aura compris, l'offre concernant la découpe réfractive femtoseconde de la cornée (et du cristallin) n'est donc pas prête de ralentir.

Bibliographie

1. REINSTEIN DZ, SEKUNDO W, ARCHER TJ *et al.* SMILE for hyperopia with and without astigmatism: results of a prospective multicenter 12-month study. *J Refract Surg*, 2022;38:760-769.
2. ASIF MI, BAFNA RK, MEHTA JS *et al.* Complications of small incision lenticule extraction. *Indian J Ophthalmol*, 2020;68:2711-2722.
3. PAJIC B, PAJIC-EGGSPUEHLER B, CVEJIC Z *et al.* First clinical results of a new generation of ablative solid-state lasers. *J Clin Med*, 2023;12:731.
4. PRADHAN KR, ARBA MOSQUERA S. Twelve-month outcomes of a new refractive lenticular extraction procedure. *J Optom*, 2023;16:30-41.

L'auteur a déclaré être consultant pour Bausch + Lomb et Johnson & Johnson.

Le laser femtoseconde en ophtalmologie : aujourd'hui et demain



A. DENOYER

Université Reims Champagne-Ardenne
alexandre.denoyer@gmail.com

Le laser émet une lumière cohérente dont la longueur d'onde et l'énergie sont précisément contrôlées. Son usage en ophtalmologie est multiple : argon pour la photocoagulation, excimer pour la photoablation, et plus récemment femtoseconde pour la photoablation. De nombreux chercheurs ont vu leurs travaux sur les lasers couronnés par le prix Nobel ; le dernier en date, Georges Mouroux (2018), nous a permis d'appliquer le femtoseconde à l'œil. Les découpes cornéennes mécaniques au microkératome ont ainsi progressivement été remplacées par le femto-LASIK, et plus récemment la chirurgie de la cataracte a bénéficié de l'assistance du laser femtoseconde. Aujourd'hui, de nombreuses plateformes sont dédiées à la chirurgie réfractive cornéenne, à la femtocation, voire aux deux.

Le laser femtoseconde en chirurgie réfractive

La technologie femtoseconde permet de réaliser des découpes cornéennes de forme et de profondeur contrôlées. L'amélioration de la stabilité des systèmes, du contrôle de l'énergie délivrée, et l'optimisation des motifs de découpe ont fait du femto-LASIK la star de la chirurgie réfractive des années 2000. Les interfaces patient planes, précises mais entraînant des contraintes

tissulaires pouvant nuire à la découpe comme à l'œil, sont désormais complétées par des interfaces courbes qui minimisent les déformations et la pression subies. L'association à l'OCT pour le contrôle de la profondeur du volet, voire OCT-live pour le contrôle de la procédure en temps réel, constituent des améliorations significatives pour la précision et la sécurité du LASIK.

Le femtoseconde permet aussi la découpe de lentilles cornéennes intrastromales (initialement dénommée SMILE), chirurgie cornéenne soustractive performante aujourd'hui dans le traitement de la myopie et l'astigmatisme, et demain appliquée à l'hypermétropie et la presbytie. Les résultats visuels et la récupération précoce sont comparables à ceux du LASIK [1]. L'extraction lenticulaire intrastromale préserve l'innervation cornéenne, étendant ainsi les indications du LASIK à certains patients souffrant de troubles chroniques de la surface oculaire [2], mais pas encore aux cornées de biomécanique fragile.

Le laser femtoseconde en chirurgie de la cataracte

Les premières chirurgies de cataracte assistées au laser femtoseconde (FLACS) ont été réalisées en France au début des années 2010. Les débuts ont été complexes et nécessitaient une expérience chirurgicale spécifique. La technologie est arrivée à maturité les années suivantes, permettant aujourd'hui de préparer la chirurgie en réalisant un certain nombre d'étapes initiales : les incisions cornéennes, la capsulotomie antérieure et la phacofragmentation selon des motifs de plus en plus élaborés. Les avantages démontrés ou escomptés de la FLACS sont résumés dans le *tableau I*.

L'assistance femtolaser offre aussi la possibilité de réaliser des incisions arciformes dans le même temps opératoire afin de compenser les astigmatismes cornéens modérés, inscrivant cette procédure dans la lignée des

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne

Personnalisation de la procédure femto	Avantages
● Capsulotomie antérieure ● Position ● Diamètre	● Centrage du rhexis ● Contrôle de la position de l'implant (clipé au rhexis antérieur) ● Lutte contre la rétraction ?
● Fragmentation cristallinienne ● Motif ● Volume	● Diminution du temps intraoculaire ● Diminution de la quantité d'US
● Incisions cornéennes ● Architecture et cohérence (tranfixiantes) ● Dimension et profondeur (arciformes)	● Reproductibilité ● Étanchéité ? ● Contrôle de l'astigmatisme induit

Tableau 1 : Avantages prouvés ou escomptés de la chirurgie de la cataracte assistée au laser femtoseconde.

chirurgies dites “premium”, en complément d’implants multifocaux. Mieux encore, le contrôle de la position du diamètre de la capsulotomie s’adapte à l’utilisation d’implants clipés au rhexis antérieur, optimisant ainsi notre contrôle de la position de l’implant sur le plan frontal, comme sur celui de l’axe pour les optiques toriques. Enfin, la préfragmentation cristallinienne peut s’associer à une chirurgie de la cataracte sans ultrason, potentiellement adaptée aux endothéliums cornéens fragiles mais dont le bénéfice clinique demeure insuffisamment démontré.

Cependant, la FLACS ne franchit pas le cap de la procédure courante, essentiellement en raison d’un surcoût non compensé par le service médical rendu [3], impliquant dès lors de repenser le modèle économique de la chirurgie de la cataracte en France. Cette optimisation passe probablement par :

- la plus-value de la technologie (incisions arciformes, sécurité endothéliale ?) ;
- la mutualisation du dispositif femtoseconde ainsi que son utilisation pour la chirurgie réfractive et la cataracte ;
- la réduction des coûts de la chirurgie d’aval (moins de consommables, pas de pièce à main US...). Dans un avenir proche, des machines intégrant le phaco-émulsificateur et la tête laser verront le jour et donneront peut-être un nouveau souffle à cette technologie innovante.

Chirurgie cornéenne et futurs développements

1. Incisions relaxantes arciformes

Le laser femtoseconde réalise des incisions cornéennes arciformes de position, dimensions et profondeur contrôlées. Le contrôle OCT couplé au laser permet d’en définir de

façon personnalisée la profondeur en fonction de la pachymétrie mesurée en temps réel, et optimise ainsi le résultat sur l’astigmatisme cornéen. En chirurgie de la cataracte, comme mentionné plus haut, la relaxation des faibles astigmatismes cornéens permet d’étendre les indications des implants multifocaux quand le recours aux multifocaux-toriques n’est pas justifié. Le contrôle vidéo et OCT permet aussi de traiter des cornées irrégulières, et de régulariser les topographies des kératoplasties antérieures profondes ou tranfixiantes, participant ainsi à la réhabilitation visuelle des patients greffés. Une révision de la nomenclature pourrait, à l’avenir, valoriser cette procédure.

2. Traitements du kératocône

La réalisation de tunnels intracornéens pour la mise en place d’anneaux a été largement facilitée et améliorée par le laser femtoseconde. Le positionnement précis du ou des anneaux, en termes d’axe comme de profondeur, pourrait améliorer la régularisation topographique chirurgicale des kératocônes. Pour les greffes, le laser permet des découpes non réalisables au trépan : *top-hat*, *mushroom*, *zig-zag*, voire en forme de polyèdre (fig. 1), qui pourraient offrir des bénéfices thérapeutiques

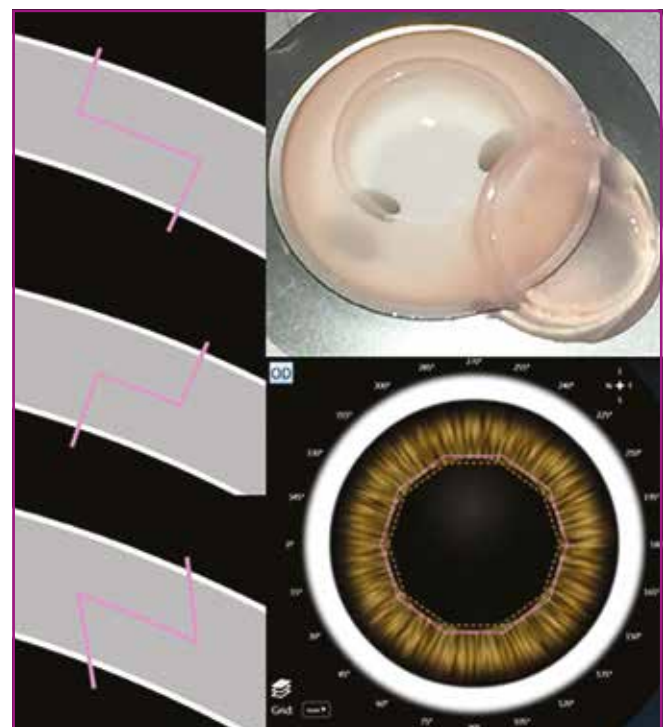


Fig. 1 : Nouveaux motifs de découpe au laser femtoseconde des kératoplasties tranfixiantes.

en termes de cicatrisation et de rejet (moins de sutures, voire pas de suture...), ou bien de réfraction finale. Pour les kératoplasties lamellaires antérieures profondes (DALK), la découpe de la première calotte antérieure, et surtout la réalisation au laser d'un tunnel qui permet de glisser la canule d'insufflation au plus proche de la Descemet pour réaliser la *big bubble*, améliorera certainement la reproductibilité et la sécurité des DALK.

3. Et bientôt

On peut aussi imaginer des chirurgies additives de renforcement de la cornée kératoconique assistées au laser femtoseconde, comme la greffe de Bowman au sein d'une poche intrastromale antérieure réalisée au laser [5]. La mise en place d'inlays artificiels intracornéens à visée réfractive est déjà assistée au femtolaser, et demain la découpe précise d'inlays allogéniques pour le traitement de l'hypermétropie ou la presbytie pourraient compléter notre offre de chirurgie réfractive. De façon plus exotique, les incisions radiaires intracristalliniennes ont été proposées contre la presbytie, avec des résultats cliniques non concluants. Enfin, dans le traitement du glaucome, des recherches sont conduites pour repenser

la chirurgie filtrante en s'appuyant sur la technologie femtoseconde.

2000's: femtoLASIK; 2010's: femtocataracte; 2020's: femtokératoplastie; 2030's...

Bibliographie

1. CHICHE A, TRINH L, SAADA O *et al.* Early recovery of quality of vision and optical performance after refractive surgery: small-incision lenticule extraction *versus* laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*, 2018;44:1073-1079.
2. DENOYER A, LANDMAN E, TRINH L *et al.* Dry eye disease after refractive surgery: comparative outcomes of small incision lenticule extraction *versus* LASIK. *Ophthalmology*, 2015;122:669-676.
3. SCHWEITZER C, BREZIN A, COCHENER B *et al.* Femtosecond laser-assisted *versus* phacoemulsification cataract surgery (FEMCAT): a multicentre participant-masked randomised superiority and cost-effectiveness trial. *Lancet*, 2020;395:212-224.
4. PANTHIER C, COSTANTINI F, RIGAL-SASTOURNE JC *et al.* Change of capsulotomy over 1 year in femtosecond laser-assisted cataract surgery and its impact on visual quality. *J Refract Surg*, 2017;33:44-49.
5. DAPENA I, PARKER JS, MELLES GRJ. Potential benefits of modified corneal tissue grafts for keratoconus: Bowman layer "inlay" and "onlay" transplantation, and allogenic tissue ring segments. *Curr Opin Ophthalmol*, 2020;31:276-283.

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

Présent et futur de la chirurgie lenticulaire intrastromale au laser femtoseconde



L. TRINH

Hôpital National de la Vision des 15-20, PARIS.
trinhdinhlhem@gmail.com

Présent de la chirurgie lenticulaire

La principale innovation en chirurgie réfractive des années 2010 a été l'avènement de la chirurgie lenticulaire intrastromale au laser femtoseconde avec le SMILE, *SMall Incision Lenticule Extraction*, marque exclusive déposée par Carl Zeiss Meditec. La chirurgie lenticulaire est une chirurgie réfractive cornéenne mini-invasive soustractive, par extraction d'un lenticule stromal découpé au laser femtoseconde sans capot. Depuis, le SMILE a fait ses preuves pour corriger les amétropies myopiques (de $-0,5$ D à -10 D) et astigmatismes myopiques (de $-0,25$ D à -5 D). Dans ces indications, il est devenu une sérieuse alternative au LASIK, avec de solides avantages, inhérents à l'absence de capot: une meilleure résistance cornéenne théorique [1] laissant supposer un moindre risque d'ectasie secondaire théorique, et une moindre sécheresse oculaire induite, par une meilleure préservation des nerfs cornéens et de la sensibilité cornéenne [2]. Les résultats réfractifs et visuels étant strictement identiques au LASIK, [3] il subsiste peu d'arguments pour empêcher la diffusion de cette technique à grande échelle afin de remplacer à moyen terme le LASIK dans ses indications d'amétropies myopiques.

Parmi les inconvénients du SMILE par rapport au LASIK, on retrouve en premier lieu, pour l'instant, une limitation de cette chirurgie aux amétropies myopiques à cause de l'impossibilité de traiter l'hypermétropie. Ensuite, une autre critique porte sur la difficulté de réaliser une retouche en cas de myopie résiduelle, contrairement au LASIK. Enfin, jusqu'à récemment, le monopole de la chirurgie lenticulaire avec le SMILE proposé par un seul laboratoire, Carl Zeiss Meditec avec son laser VISUMAX 500, restreignait l'offre de cette chirurgie à une seule plateforme chirurgicale, rendant cette technique peu accessible à l'ensemble des chirurgiens. L'arrivée de nouvelles plateformes, développées par d'autres laboratoires pour faire de la chirurgie lenticulaire, confirme donc tout l'intérêt de cette technique. Nous vous proposons dans cet article, le futur de la chirurgie lenticulaire intrastromale au laser femtoseconde, pour démontrer que cette technologie fait certainement partie de l'avenir de la chirurgie réfractive.

Extension à l'hypermétropie

Le traitement de l'hypermétropie existe déjà en SMILE et est en attente d'autorisation de mise sur le marché dans un avenir proche. Le lenticule de myope, tel que la photoablation au laser excimer pour la myopie, est plus épais au centre qu'en périphérie. Pour les hypermétropes, le profil d'ablation au laser excimer est uniquement périphérique de forme annulaire. La difficulté dans la chirurgie lenticulaire est de créer un lenticule d'hypermétrope facile à extraire, et donc avec de la matière au centre. Le profil d'ablation des lenticules pour hypermétropie est donc plus épais en périphérie et plus fin au centre mais avec un minimum de tissu au centre de 24 microns d'épaisseur minimale pour faciliter son extraction (*fig. 1*). La zone de traitement total est plus large qu'en myopie (8,5 mm en hypermétropie dont

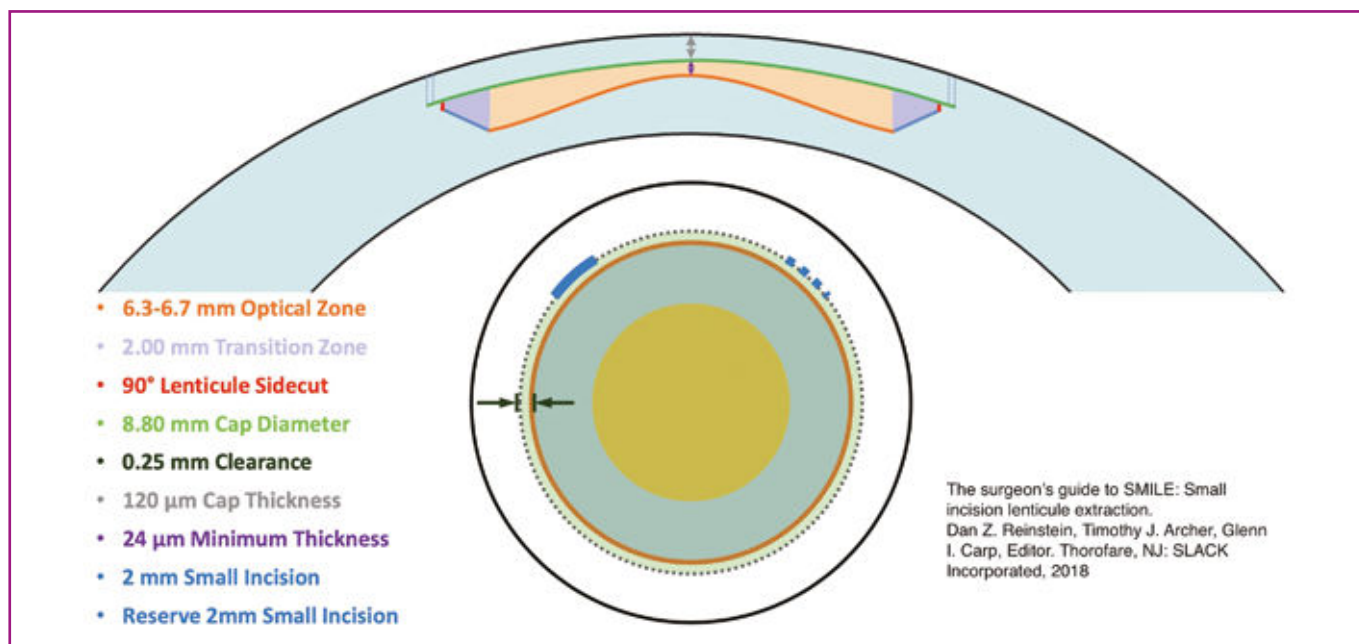


Fig. 1 : Profil d'ablation d'un lenticule pour hypermétropie en SMILE (avec l'aimable autorisation du Pr Dan Z Reinstein).

6,5 mm de zone optique + 2 mm de zone de transition) ainsi que le diamètre du toit du lenticule d'hypermétropie de 8,8 mm (contre 7,5 mm en myopie). La particularité du lenticule hypermétropique réside en la zone de transition périphérique de 2 mm (en mauve sur la *figure 1*) entre la coupe réfractive réelle (en orange sur la *figure 1*) et le bord du lenticule (en rouge sur la *figure 1*) pour créer un bord de lenticule s'amincissant progressivement plutôt qu'un bord raide.

Les résultats réfractifs du SMILE hypermétropique à 12 mois sont excellents [4]. Sur une série de 72 yeux opérés et suivis à 12 mois, avec une hypermétropie préopératoire moyenne de +5,61 D (de +1 à +7 D), la correction résiduelle en équivalent sphérique était de -0,19 D. La précision était également très satisfaisante avec 53 % des yeux obtenant une correction résiduelle à $\pm 0,5$ D. La sécurité était excellente avec 16 % des yeux perdant une ligne de meilleure acuité visuelle corrigée et aucun perdant deux lignes. Enfin la stabilité était remarquable avec une modification de sphère équivalente résiduelle de -0,06 D entre 3 et 12 mois. Ces résultats sont similaires avec ceux obtenus en LASIK dans la littérature. Des études supplémentaires à plus long cours et comparatives avec le LASIK permettront de conforter ou non ces résultats. Le traitement de l'hypermétropie permettrait donc d'élargir la chirurgie SMILE à toutes

les amétropies, et son autorisation se fait attendre de manière pressante dorénavant.

L'arrivée de quatre nouveaux lasers pour la chirurgie lenticulaire au laser

Quatre nouvelles machines de laser femtoseconde ont vu le jour, ou vont le faire prochainement, confirmant la fiabilité et la précision de cette technique qui est, sans aucun doute, la voie d'avenir de la chirurgie réfractive cornéenne. Toutes ces machines sont connectées avec un examen préopératoire de référence afin de réaliser une correction automatisée de la cyclotorsion et un centrage contrôlé.

1. VISUMAX 800 (Carl Zeiss) : SMILE PRO

Tout d'abord, Carl Zeiss a sorti une toute nouvelle version de son laser femtoseconde appelée VISUMAX 800 (*fig. 2*) qui présente de grandes nouveautés par rapport au VISUMAX 500.

L'ergonomie est différente avec la présence de bras articulés, qui descendent en alternance automatiquement, l'un pour la réalisation de la découpe du lenticule au laser femtoseconde, et l'autre déployant le microscope pour l'étape de la dissection du lenticule.

Lasers en chirurgie réfractive cornéenne



Fig. 2 : Laser Femtoseconde VISUMAX 800 (Carl Zeiss).

La grande innovation technologique de ce laser est l'ultra-rapidité de la découpe du lenticule au laser femtoseconde durant 8 secondes, au lieu des 25 secondes avec le VISUMAX 500.

Ce temps ultra rapide de traitement permet de réduire fortement le risque de lâchage de succion pendant le temps de découpe.

Enfin, le laser VISUMAX 800 est directement connecté au logiciel FORUM sur lequel la chirurgie peut être entièrement programmée *via* la plateforme de programmation "Refractive workplace". La cyclotorsion et le centrage automatisés seront également possibles sur ce laser grâce au matching automatique avec l'image de l'œil de référence prise en préopératoire avec le biomètre IOLMaster 700. À noter que le traitement de l'hypermétropie sera également disponible sur le VISUMAX 800.

2. ATOS (Schwind) : SMARTSIGHT

Le laboratoire Schwind a présenté son nouveau laser femtoseconde ATOS (*fig. 3*) pour proposer leur traitement lenticulaire SmartSight (équivalent du SMILE chez Schwind). Ce laser est couplé avec le topographe MS39 (CSO) pour réaliser la cyclotorsion et le centrage automatisé grâce à cet examen de référence en préopératoire.

3. Z8 NEO (Ziemer) : CLEAR

Ensuite, le laboratoire Ziemer a développé son traitement de découpe du lenticule appelé CLEAR (*Lenticule Extraction Redefined*) [5] sur son désormais célèbre laser

femtoseconde mobile Ziemer Z8 NEO (*fig. 4*) permettant déjà, entre autres, de réaliser de la chirurgie de la cataracte au laser femtoseconde. Ce laser permettra également une correction de la cyclotorsion, un guidage OCT



Fig. 3 : Plateforme laser femtoseconde ATOS (Schwind).



Fig. 4 : Plateforme laser femtoseconde Z8 NEO (Ziemer).

de la découpe stromale, et un centrage de la découpe du lenticule, au choix entre le centre pupillaire ou sur le vertex. Ce laser propose la réalisation de deux incisions opposées pour faciliter la dissection du plan antérieur et celle du plan postérieur.

4. ELITA (Johnson & Johnson): SILK

Ce nouveau laser femtoseconde développé par Johnson & Johnson est en attente de son marquage CE et présente des caractéristiques intéressantes. Le laser ELITA permettra de réaliser une chirurgie lenticulaire appelée SILK. Son ergonomie au niveau du docking ressemble à l'Intralase, et son temps de découpe lenticulaire est assez rapide (15 secondes). Sa grande qualité semble reposer sur l'extrême facilité de dissection du lenticule, grâce au rapprochement des spots de laser femtoseconde par rapport aux autres lasers.

Nouvelles applications de la chirurgie lenticulaire

1. Chirurgie additive par implantation lenticulaire allogénique

L'implantation dans la cornée d'un patient hypermétrope d'un lenticulaire (inlay) [6] retiré d'un patient myope est une technique alternative habituelle à la chirurgie soustractive au laser.

Le but étant de faire bomber la cornée du patient hypermétrope grâce à l'addition d'un lenticule prélevé chez un patient myope de puissance équivalente. De nombreuses études sur l'humain montrent une excellente tolérance et des résultats réfractifs excellents. Le centrage doit être particulièrement soigné. L'implantation d'un lenticule est donc probablement une voie d'avenir et ouvre également de nouvelles perspectives, notamment à visée thérapeutique sur des cornées pathologiques.

2. Chirurgie lenticulaire thérapeutique sur cornées pathologiques

La chirurgie lenticulaire a dorénavant une application pour les kératocônes avancés afin d'épaissir les cornées en implantant un lenticule cornéen pour prévenir la survenue d'un hydrops. Dans ces cas, les patients ayant un kératocône bénéficient de la découpe d'une

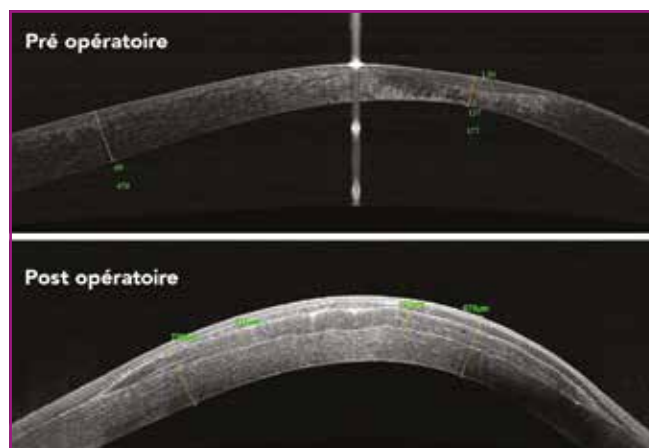


Fig. 5 : Image de topographie par cohérence optique d'un kératocône en coupe transversale en préopératoire puis en postopératoire, l'inlay cornéen permettant d'épaissir la cornée.

poche stromale au laser femtoseconde dans laquelle est implanté un lenticule cornéen provenant d'un donneur (fig. 5) [7]. Cette technique est bien moins invasive qu'une kératoplastie classique, avec une excellente tolérance du lenticule.

Enfin, dans les cornées préperforatives, une équipe a réalisé des kératoplasties tectoniques en apposant un lenticule suturé sur la zone d'amaigrissement cornéen [8]. Le lenticule est utilisé comme un patch pour prévenir une perforation.

Conclusion

La chirurgie lenticulaire continue son développement en chirurgie réfractive. Elle présente des avantages certains par rapport au LASIK, et ses dernières nouveautés apportent des réponses à ses faiblesses. Ainsi, l'avènement de son nouveau profil d'ablation pour le traitement de l'hypermétropie permettra, dans un futur proche, d'élargir ses indications à toutes les amétropies. La commercialisation à venir de quatre nouvelles plateformes supplémentaires proposant la chirurgie lenticulaire avec des innovations technologiques (centrage automatique, correction de cyclotorsion) vont également rendre cette technique accessible à un plus grand nombre de chirurgiens. Enfin, la chirurgie lenticulaire voit également ses applications s'élargir au-delà de la chirurgie réfractive, grâce à l'addition d'un lenticule à visée thérapeutique pour épaissir un kératocône ou pour prévenir une perforation cornéenne.

La chirurgie SMILE, qu'on devrait désormais appeler chirurgie lenticulaire de manière plus générique, va voir ses indications augmenter dans les prochains mois et devenir un outil incontestable dans l'arsenal des techniques chirurgicales réfractives au laser.

Bibliographie

1. SINHA ROY A, DUPPS WJ, ROBERTS CJ. Comparison of biomechanical effects of small-incision lenticule extraction and laser *in situ* keratomileusis: finite-element analysis. *J Cataract Refract Surg*, 2014;40: 971-980.
2. DENOYER A, LANDMAN E, TRINH L *et al.* Dry eye disease after refractive surgery: comparative outcomes of small incision lenticule extraction versus LASIK. *Ophthalmology*, 2015;122:669-676.
3. LIU M, CHEN Y, WANG D *et al.* Clinical Outcomes After SMILE and femtosecond laser-assisted lasik for myopia and myopic astigmatism: a prospective randomized comparative study. *Cornea*, 2016; 35:210-216.
4. PRADHAN KR, REINSTEIN DZ, CARP GI *et al.* Small incision lenticule extraction (smile) for hyperopia: 12-month refractive and visual outcomes. *J Refract Surg*, 2019;35:442-450.
5. WANG M, ZHANG F, COPRUZ CC *et al.* First Experience in Small Incision Lenticule Extraction with the Femto LDV Z8 and Lenticule Evaluation Using Scanning Electron Microscopy. *J Ophthalmol*, 2020; 2020:6751826.
6. SUN L, YAO P, LI M *et al.* the safety and predictability of implanting autologous lenticule obtained by SMILE for hyperopia. *J Refract Surg*, 2015;31:374-379.
7. MASTROPASQUA L, NUBILE M, SALGARI N *et al.* Femtosecond laser-assisted stromal lenticule addition keratoplasty for the treatment of advanced keratoconus: a preliminary study. *J Refract Surg*, 2018; 34:36-44.
8. PANT OP, HAO JL, ZHOU DD *et al.* Tectonic keratoplasty using femtosecond laser lenticule in pediatric patients with corneal perforation secondary to blepharokeratoconjunctivitis: a case report and literature review. *J Int Med Res*, 2019;47:2312-2320.

L'auteur a déclaré les liens d'intérêts suivants : consultant Carl Zeiss Meditec.

Presbytie

■ Prelex ou PresbyLASIK?	112
M. Assouline	
■ SUPRACOR: pour quels patients? comment? quels résultats?	118
C. Albou-Ganem	
■ SUPRACOR: 10 ans d'expérience à la Clinique de la Vision, Montpellier	122
V. Dimeglio	
■ PresbyLASIK avec le laser Alcon EX500: principes et résultats	128
C. Ghenassia, N. Lutrand	
■ PresbyLASIK avec le laser EX500: comment moduler le facteur Q? Mode d'emploi et revue de la littérature récente	135
C. David, B. Ameline	
■ VIVIOR MONITOR: aide à la décision pour les implants Premium compensant la presbytie	141
P. Rozot	
■ LuxSmart: l'implant aberrodesigné	145
M. Delbarre	
■ EDOF, implants multifocaux: panorama des implants disponibles en 2023	149
P. Bouchut	
■ EDOF et multifocaux: quels implants pour quels patients?	154
F. Costantini	
■ Comment répondre à une demande de multifocalité chez un patient déjà opéré de chirurgie réfractive?	159
D. Monnet	

Prelex ou PresbyLASIK?



M. ASSOULINE

Clinique de la Vision et Centre Iéna Vision, PARIS.
dr.assouline@gmail.com

En préambule

La diversification des méthodes de chirurgie réfractive nécessite aujourd'hui d'arbitrer plus souvent entre différentes solutions possibles pour un même patient dans les limites d'un consensus encore relativement large et flexible, en l'absence de données scientifiques objectives insuffisamment décisives pour être contraignantes [1, 2].

En l'absence de méthode permettant de restaurer l'accommodation, l'amélioration chirurgicale de la vision de près du patient presbyte repose sur deux principes optiques :

- la complémentarité des distances focales entre les deux yeux (monovision) au détriment de la fonction visuelle binoculaire ;
- la défocalisation par la distribution de la lumière entrante sur plusieurs foyers (multifocalité) au détriment de la fonction optique de dispersion d'un point (PSF) [3].

La compensation chirurgicale de la presbytie fait donc partie de ces indications actuelles pour lesquelles les convictions et les habitudes chirurgicales collectives, l'expérience de chaque chirurgien et les spécificités de chaque patient permettent de choisir aujourd'hui parmi de nombreuses combinaisons techniques possibles associant :

>>> Différentes stratégies de correction optique :

- une monovision avec bascule introduisant une myopie résiduelle plus ou moins importante sur l'œil non dominant, afin de favoriser la vision de près à 30-40 cm (différence de $-1,75$ à $-2,75$ D entre les deux yeux) ou la vision intermédiaire à 40-60 cm ("mini-monovision" avec une différence de $-0,50$ à $-1,50$ D entre les deux yeux), permettant de réduire la rivalité sensorielle binoculaire ;
- une multifocalité, éventuellement asymétrique entre les deux yeux, afin de favoriser la vision intermédiaire, de limiter la perte de qualité de vision (perte de contraste, difficultés scotopiques, halos) et de réduire la rivalité sensorielle intraoculaire [3].

>>> Différentes méthodes chirurgicales :

- la chirurgie soustractive cornéenne par kératochirurgie ;
- la chirurgie additive par implant phaque ou inlays cornéens ;
- la chirurgie substitutive par implant pseudophaque.

Plusieurs modalités sont envisageables pour chacune de ces approches chirurgicales.

Kératochirurgies ablatives

L'approche ablatif cornéenne est principalement mise en œuvre par LASIK. Mais elle est également possible par PKR classique ou transépithéliale, plus rarement par Relex SMILE Visumax monofocal myopique [4], plus exceptionnellement encore par SMILE hypermétropique [5].

Le traitement ablatif peut éventuellement être guidé par l'aberrométrie, la reconnaissance irienne ou par la topographie cornéenne pour améliorer le centrage et l'alignement du profil ablatif. Chez les hypermétropes, la zone optique utile est d'autant plus étroite que l'hypermétropie est élevée, qu'il existe un astigmatisme associé, que la cornée est cambrée en préopératoire et que l'angle kappa est élevé. Le décentrement même minime de l'ablation chez l'hypermétrope entraîne des conséquences significatives (zone optique insuffisante pour l'angle kappa,

asymétrie des impacts laser au vertex entraînant un astigmatisme irrégulier induit, ablation en dehors du lit du volet favorisant l'invasion épithéliale...).

L'approche est le plus souvent fondée sur une ablation cornéenne multifocale (PresbyLASIK) par traitement multizone ou par asphéricité contrôlée par modulation individualisée du facteur Q ou par modélisation générique.

Une revue récente détaille les principes et les résultats des principales versions commerciales de l'ablation multifocale cornéenne: Supracor Bausch + Lomb, Custom Q Alcon, Laser Blended Vision Zeiss, PresbyMax Schwind [6].

À titre personnel, nous avons utilisé principalement l'ablation multifocale chez les patients de 48 à 62 ans, emmétropes ou hypermétropes de +0,50 à +4,00 avec les versions suivantes:

- le traitement multizone manuel de la plateforme Bausch + Lomb 117 puis 217z de 1997 à 2012;
- la modulation de l'asphéricité cornéenne (facteur Q) avec le laser Wavelight Allegretto (Alcon), visant une asphéricité induite de -0,8 et une cible réfractive de -1 sur l'œil non dominant de 2012 à 2019;
- le traitement Supracor strong de la plateforme Bausch + Lomb 317z visant une cible réfractive de -0,75 sur l'œil non dominant de 2020 à 2023.

Nos 25 années d'expérience du PresbyLASIK nous amènent à formuler quelques recommandations pratiques:

>>> Éviter de traiter avant 48 ans, pour limiter la nécessité de retouches précoces.

>>> Limiter le traitement des hypermétropies à +4 D d'équivalent sphérique.

>>> Faire comprendre et accepter par les patients la nécessité d'une surcorrection myopisante initiale (3 à 12 mois) sur au moins l'un des deux yeux (l'œil non dominant) pour assurer la pérennité de la correction de près à long terme.

>>> Utiliser si besoin un essai en lentilles multifocales et en mini-monovision, pour simuler le résultat de la chirurgie proposée.

>>> Utiliser une zone optique la plus large possible (6,5 mm) pour le traitement hypermétropique de l'œil dominant et plus réduite (6 mm) pour l'œil dominé.

>>> Préférer une approche hybride (traitement différent sur les deux yeux) plutôt que symétrique, afin de favoriser la vision de loin sur l'œil dominant et la vision de près sur l'œil non directeur:

- soit en effectuant un traitement multifocal complet (mode Strong pour une cible réfractive de -0,75 ou -1,00 D) uniquement sur l'œil non dominant et en choisissant une correction monofocale de loin sur l'œil directeur (ce que nous préférons, car le traitement monofocal hypermétropique est légèrement multifocal à partir de +1,50 D de correction);
- soit en faisant un traitement de type Mild avec une cible réfractive de +0,50 D sur l'œil dominant et un traitement de type Regular ou Strong sur l'œil non directeur avec une cible réfractive de -0,50 à -1,00 D.

>>> Conseiller en postopératoire d'éviter de comparer les deux yeux pour faciliter la neuroadaptation nécessaire.

>>> Traiter préventivement la sécheresse postopératoire liée à la destruction neurale cornéenne et à la blépharite accommodative résultant de la mini-monovision par une correction optique occasionnelle (lunettes de repos), des substituts lacrymaux non conservés, des soins d'hygiène palpébrale adaptés (masque chauffant, massage) et, éventuellement, la pose de bouchons lacrymaux dans les cas les plus difficiles.

>>> Éviter si possible les retouches "inutiles" et, si nécessaire, seulement faire ces retouches par PKR pour éviter le risque significatif d'invasion épithéliale ou par chirurgie cristallinienne pour assurer la pérennité de la correction à partir de 58 ans.

Implants phaqes de chambre postérieure (ICL ou IPCL)

Ces implants phaqes sont destinés principalement aux fortes amétropies non éligibles à la kératochirurgie ou à la chirurgie cristallinienne, en général en "basculé" pour favoriser une (mini)-monovision. Ils ne sont utilisables que pour des chambres antérieures suffisamment profondes (2,85 mm) et des angles assez ouverts (30°), et certains modèles (hypermétropiques) nécessitent encore

la réalisation d'une iridotomie périphérique. Ils sont disponibles pour des myopies jusqu'à environ -18 D (ou -30 pour l'IPCL?) et pour des hypermétropies jusqu'à environ +6 D avec des corrections cylindriques associées jusqu'à +6 D.

Ces implants existent à présent en version multifocale, avec un recul pour l'instant insuffisant pour juger de leur efficacité dans cette application [7].

Inlays cornéens

Malgré de nombreux essais cliniques et tentatives commerciales dans le passé récent, ces dispositifs réfractifs (Raindrop, Revision Optics, Lake Forest, California; Flexivue, Presbia, Netherlands; Invue, BioVision, Brugg, Switzerland; Icolens, Neoptics, Hünenberg, Switzerland) ou sténopéiques (KAMRA, SightLife Surgical/CorneaGen, Seattle, Washington) ne font pas actuellement l'objet d'un consensus médical suffisant sur leur sécurité à long terme. Ils ont pourtant des résultats fonctionnels satisfaisants à court terme [8, 9].

Cependant, l'utilisation d'inlays façonnés à partir d'allogreffe humaine (lenticules de SMILE ou lenticules découpés au laser femtoseconde ou au laser Excimer),

beaucoup plus compatible avec la physiologie cornéenne, pourrait relancer l'intérêt pour cette méthode [10].

Chirurgie cristallinienne

La chirurgie cristallinienne est indiquée en cas de cataracte déjà significative ou qualifiée de Prelex, pour *presbyopic lens exchange*, en cas de cristallin "clair". Cette approche comporte la mise en place d'implants monofocaux en bascule ou, à présent, le plus souvent d'implants multifocaux de conception optique variée :

- EDOF (*extended depth of focus*) réfractifs à profondeur de champ continue augmentée partiellement ou complètement (addition équivalente à +3,00 D);
- EDOF diffractifs à profondeur de champ segmentée partielle (addition équivalente à +1,75);
- multifocaux diffractifs bifocaux ou trifocaux, bilatéraux ou éventuellement unilatéralement chez l'émétrope [11].

Nous avons utilisé séquentiellement la majorité des implants multifocaux disponibles sur le marché français sur plus de 4500 cas depuis 2008 (Assouline M, communication aux JRO 12/03/2022) [12]. Nous privilégions systématiquement une approche "Mix & Match" en choisissant des implants offrant des courbes de défocalisation complémentaires (*fig. 1*).

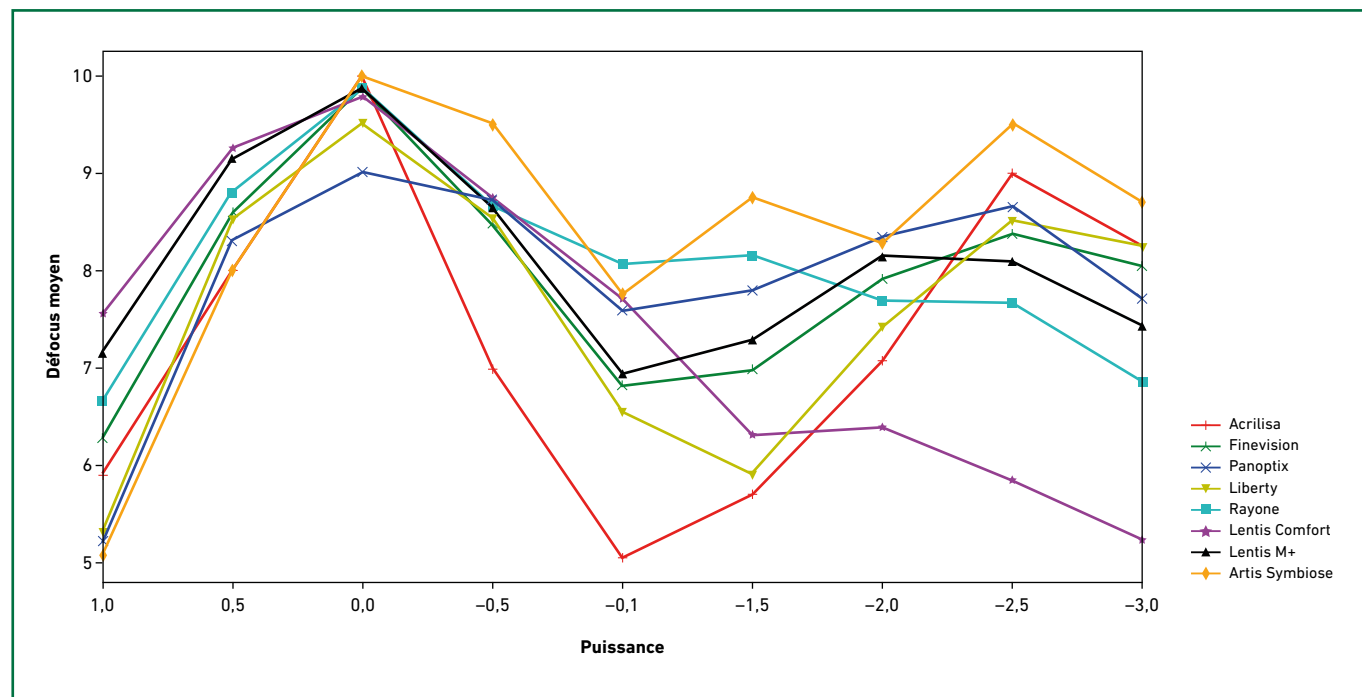


Fig. 1 : Courbes de défocalisation comparées des principaux implants multifocaux (n = 716, Assouline 2023).

Nous préférons actuellement, pour les patients ne présentant pas de contre-indications neurosensorielles aux modèles trifocaux diffractifs, les implants répondant aux critères suivants :

>>> **Matériau fiable :** hydrophile ou hydrophobe stable à long terme (absence de risque de vacuole, absence de risque de calcification).

>>> **Design géométrique optimisé :**

- anses en J de 13 mm pour optimiser la stabilité rotationnelle en cas de correction torique et pour permettre une implantation éventuelle dans le sulcus (2 cas sur 1 000) si nécessaire (Liberty de Mediconur, Rayone Trifocal de Rayner, Panoptix d'Alcon);
- bords carrés affûtés sur 360° pour retarder la cataracte secondaire (fig. 2).

>>> **Conception multifocale diffractive avancée :**

- apodisation (réduction de la hauteur des marches du centre vers la périphérie pour favoriser la vision de loin à pupille dilatée et la vision de près à pupille étroite, par la distribution de l'énergie lumineuse);
- réseau diffractif limité à la zone optique centrale de 3 mm pour optimiser la vision de loin scotopique et limiter les effets photiques indésirables (halos; Liberty de Mediconur);
- EPS: déphasage élevé (Liberty de Mediconur);

– CPS: déphasage continu (Artis Symbiose de Cristalens) pour améliorer le contraste.

>>> **Prix raisonnable :** pour les patients présentant un potentiel visuel plus limité ou menacé à long terme, nous préférons des implants réfractifs EDOF (Lentis MF15 "confort") ou diffractifs semi-multifocaux (Elon de Mediconur), en associant une mini-monovision avec une cible réfractive à 0 pour l'œil dominant et à -1,00 D pour l'œil non directeur.

Critères objectifs de choix

En définitive, des critères objectifs assez simples guident ces choix devenus plus complexes.

1. En faveur d'une solution cornéenne ablative (PresbyLASIK)

On retient surtout :

>>> **L'âge optimal (entre 50 et 60 ans) :** avant 50 ans, la presbytie rapidement évolutive, l'hypermétropie latente et l'accommodation résiduelle exposent à une perte progressive de l'effet obtenu et à la nécessité de retouche précoce en cas de correction partielle ou à un inconfort de loin mal toléré en cas de correction complète.

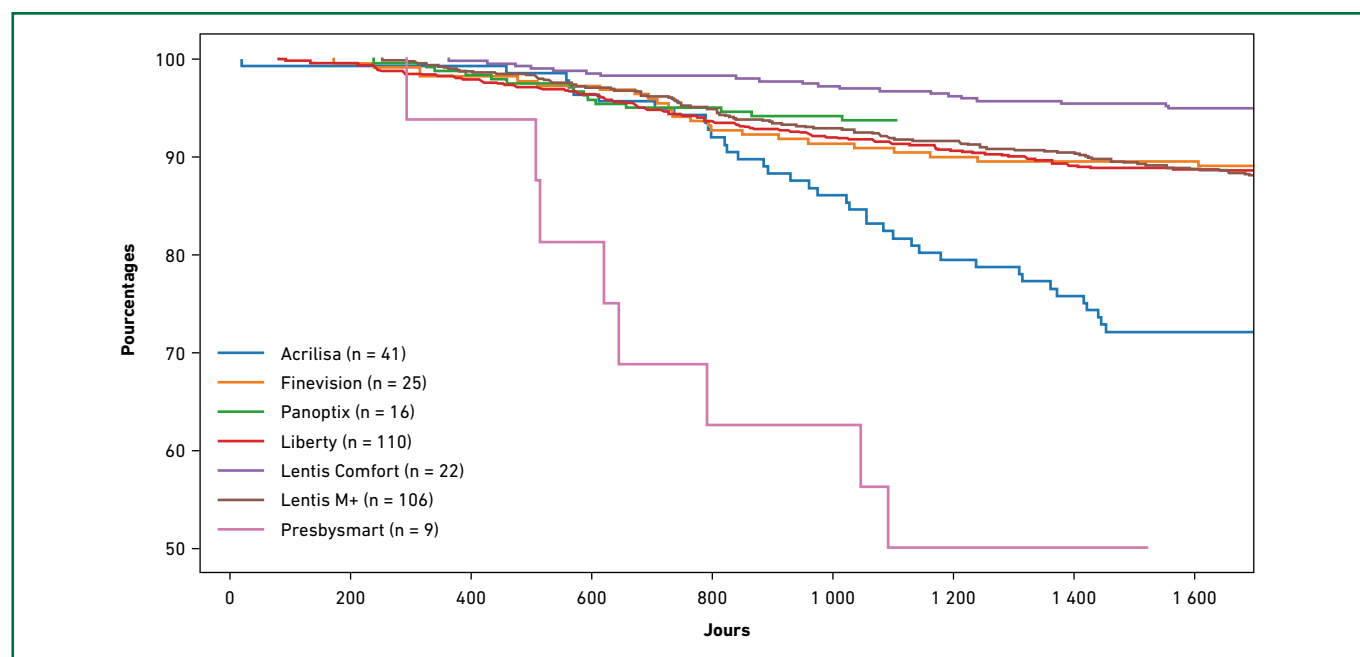


Fig. 2 : Courbes de survie actuarielle comparée (Kaplan-Meier) d'ouverture capsulaire au laser YAG des principaux implants multifocaux (n = 2 742, Assouline 2023).

>>> L'amétropie associée, accessible à la kérato-chirurgie:

- myopie inférieure à -8 D;
- hypermétropie supérieure à +3,50 D;
- astigmatisme inférieur à 6 D.

>>> L'absence de contre-indication anatomique ou optique:

- cornée résiduelle supérieure à 400 μm ;
- stroma postérieur résiduel supérieur à 300 μm ;
- kératométrie finale inférieure à 49 D;
- asphéricité finale inférieure à -1,20.

>>> L'absence de risque de sécheresse oculaire post-opératoire significative:

- antécédent de prise d'acide rétinoïque;
- blépharite;
- rosacée;
- sécheresse iatrogène.

>>> Le risque rhéomatogène majoré en cas de chirurgie cristallinienne précoce:

- absence de décollement postérieur du vitré complet à l'échographie;
- lésions rhéomatogènes préexistantes.

>>> L'acceptation par le patient des contraintes classiques habituelles:

- le caractère temporaire de la compensation obtenue, dont l'effet sera réduit au cours du temps par la régression liée au remodelage cornéen cicatriciel, la progression de la presbytie et l'apparition d'une cataracte;
- l'efficacité optique plus limitée des kératochirurgies multifocales nécessitant le plus souvent une asymétrie entre les deux yeux, afin de ne pas trop pénaliser la vision de loin sur l'œil dominant et de bénéficier d'une correction de près suffisante sur l'œil non directeur.

2. En faveur d'une solution cristallinienne de type Prelex

On compte notamment:

>>> L'âge plus élevé du patient:

- notamment au-delà de 60 ans, mais sans doute dès 55 ans [13];
- du fait de la perte de l'accommodation résiduelle importante;

– et également en raison de la progression attendue d'une cataracte débutante.

>>> La réduction du risque statistique rhéomatogène ou d'œdème maculaire (constatation échographique d'un DPV complet): selon une métaanalyse récente de 1990 à 2020, l'incidence du décollement de rétine du pseudophaque (DRPP) sur 10 ans après la phacoémulsification se situe entre 0,36 et 2,9 %. Cette incidence diminue avec le temps pour atteindre 0,1 à 0,2 % par an, mais reste 10 fois supérieure à celle de la population générale. Le risque est majoré par la perte de vitré peropératoire, l'augmentation de la longueur axiale, le jeune âge, le sexe masculin et l'inexpérience du chirurgien [14].

>>> L'éventuelle fermeture de l'angle associée: pour des profondeurs de chambre antérieure inférieures à 1,7 mm ou des angles inférieurs à 20°, en l'absence d'iridotomie préventive, la chirurgie cristallinienne réduit le risque de glaucome aigu par fermeture de l'angle, toujours possible en cours de LASIK [15].

>>> L'importance de l'amétropie, difficilement accessible à une correction efficace et stable par kératochirurgie.

>>> Les contraintes anatomiques défavorables (cornée fine ou suspecte de déformabilité à long terme, par exemple kératocône fruste).

>>> Le risque de sécheresse oculaire significative.

Bibliographie

1. ASSOULINE M. Enquête sur les pratiques de chirurgie réfractive des chirurgiens des Cliniques de la Vision. *Réalités Ophtalmologiques, Clinique de la Vision*, 2022;294:29-32.
2. ASSOULINE M. Évolution des indications de chirurgie à la Clinique de la vision Paris de 199 à 2021 : à propos de 118214 cas consécutifs. *Réalités Ophtalmologiques, Clinique de la Vision*, 2022;294:24-29.
3. ASSOULINE M. Qualité de vision après compensation chirurgicale de la presbytie. In: COCHENER B *et al.* *Presbytie. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie (SFO)*. Elsevier Masson, 2012, chapitre 23.
4. LUFT N, SIEDLECKI J, SEKUNDO W *et al.* Small incision lenticule extraction (SMILE) monovision for presbyopia correction. *Eur J Ophthalmol*, 2018;28:287-293.
5. REINSTEIN DZ, SEKUNDO W, ARCHER TJ *et al.* SMILE for hyperopia with and without astigmatism: results of a prospective multicenter 12-month study. *J Refract Surg*, 2022;38:760-769.

6. SHETTY R, BRAR S, SHARMA M *et al.* PresbyLASIK: A review of PresbyMAX, Supracor, and laser blended vision: Principles, planning, and outcomes. *Indian J Ophthalmol*, 2020;68:2723-2731.
7. PACKER M, ALFONSO JF, ARAMBERRI J *et al.* Performance and safety of the extended depth of focus implantable Collamer® lens (EDOF ICL) in phakic subjects with presbyopia. *Clin Ophthalmol*, 2020;14:2717-2730.
8. Moshirfar M, Henrie MK, Payne CJ *et al.* Review of presbyopia treatment with corneal inlays and new developments. *Clin Ophthalmol*, 2022;16:2781-2795.
9. SÁNCHEZ-GONZÁLEZ JM, BORRONI D, RACHWANI-ANIL R *et al.* Refractive corneal inlay implantation outcomes: a preliminary systematic review. *Int Ophthalmol*, 2022;42:713-722.
10. TANRIVERDI C, OZPINAR A, HACIAGAOGU S *et al.* Sterile excimer laser shaped allograft corneal inlay for hyperopia: one-year clinical results in 28 eyes. *Curr Eye Res*, 2021;46:630-637.
11. LEVINGER E, LEVINGER S, MIMOUNI M *et al.* Unilateral refractive lens exchange with a multifocal intraocular lens in emmetropic presbyopic patients. *Curr Eye Res*, 2019;44:726-732.
12. ASSOULINE M. Implants multifocaux: de la théorie à la pratique Étude rétrospective à propos de 2099 cas. *Réalités Ophtalmologiques, Clinique de la Vision*, 2019;261:140-148.
13. MOYAL L, ABRIEU-LACAILLE M, BONNEL S *et al.* Chirurgie de la presbytie chez l'hypermétrope de plus de 55 ans: comparaison entre Presbylasik (Supracor) et Prelex (presbyopic lens exchange). *J Fr Ophthalmol*, 2015;38:306-315.
14. QURESHI MH, STEEL DHW. Retinal detachment following cataract phacoemulsification-a review of the literature. *Eye*, 2020;34:616-631.
15. OSMAN EA, ALSALEH AA, AL TURKI T *et al.* Bilateral acute angle closure glaucoma after hyperopic LASIK correction. *Saudi J Ophthalmol*, 2009;23:215-217.

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

SUPRACOR: pour quels patients ? comment ? quels résultats ?



C. ALBOU-GANEM

Clinique de la Vision-Visya, PARIS.
cati@albou-ganem.com

La correction de la presbytie par remodelage de la cornée au laser a plus de 20 ans de recul. C'est une technique aujourd'hui largement répandue. Tous les lasers proposent des logiciels de correction de la presbytie. Leur but est d'induire des aberrations optiques afin de générer une profondeur de champ permettant la vision de près sans correction. En effet, si l'on génère des aberrations sphériques, la profondeur de champ augmente au prix d'une détérioration de la qualité optique. L'enjeu de la correction de la presbytie efficace et bien tolérée par laser est d'accroître la profondeur de champ pour améliorer la vision de près sans être délétère sur la qualité optique de l'œil, en particulier en vision de loin.

Comment ?

Le logiciel SUPRACOR est un logiciel développé par TECHNOLAS PerfectVision Bausch + Lomb, intégré aux plateformes Excimer dont le TENEO 2.

Le SUPRACOR est utilisé dans les techniques de LASIK (PresbyLASIK) ou éventuellement PKR (PresbyPKR) lorsque le LASIK est contre-indiqué.

Le SUPRACOR est un traitement multifocal qui corrige la presbytie en réalisant une ablation varifocale (pour induire des variations de la focalité) (fig. 1). La première version du logiciel SUPRACOR a obtenu le marquage CE (Communauté européenne) en 2011 pour le traitement des patients presbytes

et hypermétropes. Depuis 2013, le logiciel a été mis à jour et permet également de corriger les patients myopes. Son algorithme propose un traitement ajustable, uni- ou bilatéral qui s'adapte au plus près des besoins des patients.

Le logiciel SUPRACOR est précis, efficace, simple à programmer, avec une bonne prédictibilité des résultats liée à la spécificité du bombement cornéen central (*bump*). La bonne stabilité s'explique par l'absence de régression topographique du *bump*.

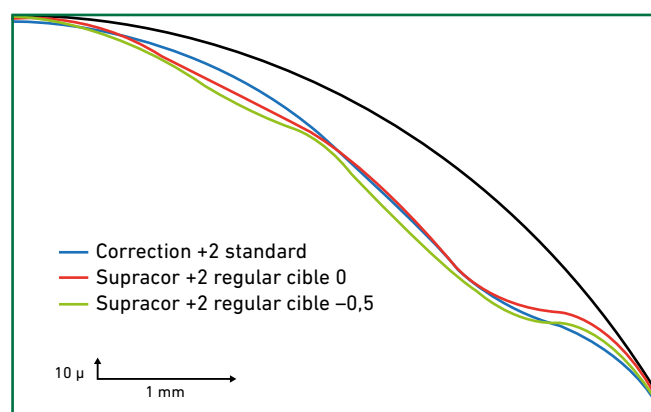


Fig. 1 : Profil varifocal du SUPRACOR.

Pour quels patients ?

La chirurgie cornéenne de la presbytie au laser s'adresse à tous les patients presbytes ayant un cristallin clair qui souhaitent s'affranchir d'une correction pour la majeure partie de leurs activités. Cette chirurgie est particulièrement indiquée chez l'hypermétrope pour lequel la chirurgie induit naturellement une asphéricité négative. Le PresbyLASIK est plus délicat dans la chirurgie de la myopie qui induit un profil oblate qu'il va falloir transformer en profil prolate. Par ailleurs, les sujets myopes sont le plus souvent satisfaits par une monovision simple.

Le PresbyLASIK permet d'obtenir un compromis loin-près permettant d'affranchir les patients de leur correction pour la quasi-totalité de leurs activités. C'est un compromis loin-près

qui doit être expliqué au patient de manière claire et exhaustive en précisant :

- que la vision de loin peut-être moins performante qu'avant la chirurgie, surtout en postopératoire immédiat ;
- que les halos sont fréquents les premières semaines ;
- qu'une correction peut être nécessaire pour les extrêmes (conduite la nuit et lecture prolongée, surtout en mauvaise condition d'éclairage), sans que cela soit perçu comme un échec au traitement ;
- que le résultat n'est pas immédiat : il s'évalue en binoculaire après quelques semaines de neuroadaptation qui fait le plus souvent disparaître les aléas.

Ce compromis doit être accepté par le patient.

Le bilan préopératoire est celui de toute chirurgie réfractive et il est soumis aux mêmes contre-indications. L'examen ophtalmologique doit être complet et normal. Les examens complémentaires comprennent une topographie, de préférence sur plusieurs plateformes, une aberrométrie Zywave, une mesure de la pupillométrie, si possible OSI (*Optical Scattering Indice*) de l'OQAS (*Optical Quality Analysis System*) qui s'avère utile pour le choix entre chirurgie du cristallin et chirurgie cornéenne.

Certains examens et tests sont spécifiques à la chirurgie de la presbytie. Ils doivent être méthodiques et bien compris par le patient car le résultat final de la chirurgie en dépend. Ils doivent compléter un interrogatoire policier pour connaître habitudes de vie, attentes, objectifs et besoins visuels des patients.

La dominance oculaire est déterminée par trois méthodes : pointage oculaire avec alignement œil-doigt, test de la carte trouée, œil de visée avec un appareil photo.

La tolérance à l'anisométrie est testée avec l'œil dominant corrigé plano et l'œil non dominant myopisé à $-1/-1,5$ D. Si le patient n'a pas conscience de cette différence, il est dit tolérant à la micro-monovision. En cas d'intolérance, on peut réduire l'anisométrie (en sachant que l'évaluation au réfracteur représente le pire des cas car elle ne tient pas compte de l'augmentation de la profondeur de champ induite par le profil d'ablation) ou bien essayer d'inverser l'anisométrie pour voir si la tolérance est meilleure avec un brouillage de 1,5 D de l'œil dominant.

Pourquoi choisir le presbyLASIK ?

Des arguments sont en faveur de la chirurgie cornéenne au laser chez les patients presbytes ayant un cristallin clair entre

55 et 65 ans, et ce quelle que soit l'amétropie de départ. La chirurgie est moins radicale mais plus rapide. Les résultats sont excellents. La contrainte est d'avoir facilement à disposition un laser et de bien poser les indications.

Le presbyLASIK est une chirurgie plus simple, bilatérale d'emblée, en surface donc moins "lourde". Elle autorise une reprise immédiate des activités. Les suites sont très simples avec un contrôle à J1 puis à 3 mois. Les résultats sont excellents. Les patients vivent sans correction pour 90 % de leurs activités et leur satisfaction est grande.

Le LASIK a fait la preuve de sa prédictibilité, efficacité, sécurité et stabilité mais si la réfraction change, les focales peuvent être ajustées même très à distance. Le presbyLASIK évite les risques d'inconfort liés aux implants multifocaux retrouvés chez certains patients même très bien opérés et avec un résultat réfractif parfait. Il évite le risque de décollement de rétine qui augmente d'autant plus que les patients sont jeunes et myopes.

De même, le PresbyLASIK induit moins de perte de transmission de la lumière et sensibilité aux contrastes et moins de perte de la qualité de vision en cas de décompensation maculaire ultérieure.

Enfin, son coût est moindre par rapport à une chirurgie du cristallin clair qui n'est pas prise en charge par la Sécurité sociale.

Quels résultats ?

1. Matériel

Nous présentons une étude portant sur 137 yeux de 80 patients emmétropes (gr. 1) ou hypermétropes (gr. 2) opérés en PresbyLASIK. L'âge moyen est de 53 ans $\pm$ 5,74 (37 à 67). 57 femmes pour 41 hommes ont bénéficié de l'intervention.

2. Méthode

Le logiciel presbytie du laser TENEO est prévu pour être programmé en SUPRACOR varifocal bilatéral mais légèrement asymétrique : Mild sur l'œil dominant (correspondant à une addition de +1,25) et Strong sur l'œil dominé (correspondant à une addition +2,5). Cette configuration pouvant induire une diminution de l'acuité visuelle de loin, nécessitant parfois plusieurs mois de mise en place, nous avons choisi de programmer l'œil dominant en photoablation asphérique classique (PROSCAN) et de ne corriger la presbytie que sur l'œil dominé en SUPRACOR Strong.

Les patients emmétropes ayant une acuité visuelle de loin sans correction à 10/10 à chaque œil ont bénéficié d'une chirurgie de l'œil dominé exclusivement en mode SUPRACOR Strong avec une micro-monovision avec une cible à -0,75.

Les patients hypermétropes ont bénéficié d'une chirurgie de l'hypermétropie de l'œil dominant en mode asphérique (PROSCAN) et de l'œil dominé en mode SUPRACOR Strong avec une micro-monovision visée à -0,5.

3. Résultats

L'amétropie moyenne programmée en PROSCAN sur les yeux dominants hors emmétropie était en moyenne de $+1,65 \text{ D} \pm 1,16$ (0 à 4,75). L'amétropie moyenne programmée en SUPRACOR sur les yeux dominés était en moyenne de $+1,43 \text{ D} \pm 1,27$ (-0,25 à 5,25).

L'équivalent sphérique (ES) préopératoire moyen des patients était de $+1,52 \text{ D} \pm 1,23$ (0 à 5,25 D) (fig. 2).

En postopératoire, 96,4 % des patients ont une acuité visuelle de loin sans correction supérieure ou égale à 8/10 et une acuité visuelle de près sans correction de Parinaud (P) 2 ou 3.

L'acuité visuelle de loin sans correction en binoculaire est en moyenne de $9,67/10 \pm 0,92$ (6/10 à 11/10).

L'acuité visuelle de près sans correction en binoculaire est en moyenne de Parinaud $2,26 \pm 0,51$ (P2 à P4).

L'acuité visuelle de loin sans correction de l'œil dominé opéré en SUPRACOR est en moyenne $4,09/10 \pm 2,0$ (1 à 8).

L'ES postopératoire du groupe PROSCAN est en moyenne de $-0,14 \text{ D} \pm 0,33$ (-1,25 à 0,75).

L'ES postopératoire du groupe SUPRACOR est en moyenne de $-1,57 \text{ D} \pm 0,75$ (-2,5 à 0,25).

4. Reprises chirurgicales

Parmi tous les patients opérés, 5 ont été repris à 3 mois pour obtenir 10/10 P2 en binoculaire (3,6 %).

Dans 4 cas sur 5, l'œil dominant a été repris pour améliorer la vision de loin. L'ES moyen résiduel avant réintervention était de $-0,63 \text{ D} \pm 0,78$ (-1,25 à -0,5).

Dans 1 cas, l'œil dominé a été repris car la focale en VP était trop éloignée : l'ES programmé était de +1 D.

Dans tous les cas, l'acuité visuelle postopératoire binoculaire était supérieure ou égale à 8/10 & Parinaud 2 ou 3 après le complément.

5. Discussion

Le choix de la programmation en PROSCAN sur œil dominant et en SUPRACOR sur œil dominé pour les traitements de la presbytie en LASIK donne d'excellents résultats :

- 100 % des patients obtiennent une acuité visuelle sans correction (AVSC) binoculaire supérieure ou égale à 8/10 & Parinaud 3 ou mieux en 1 ou 2 temps ;
- elle a pour avantage d'éviter la possible diminution transitoire de la vision de loin lors d'une programmation SUPRACOR bilatérale.

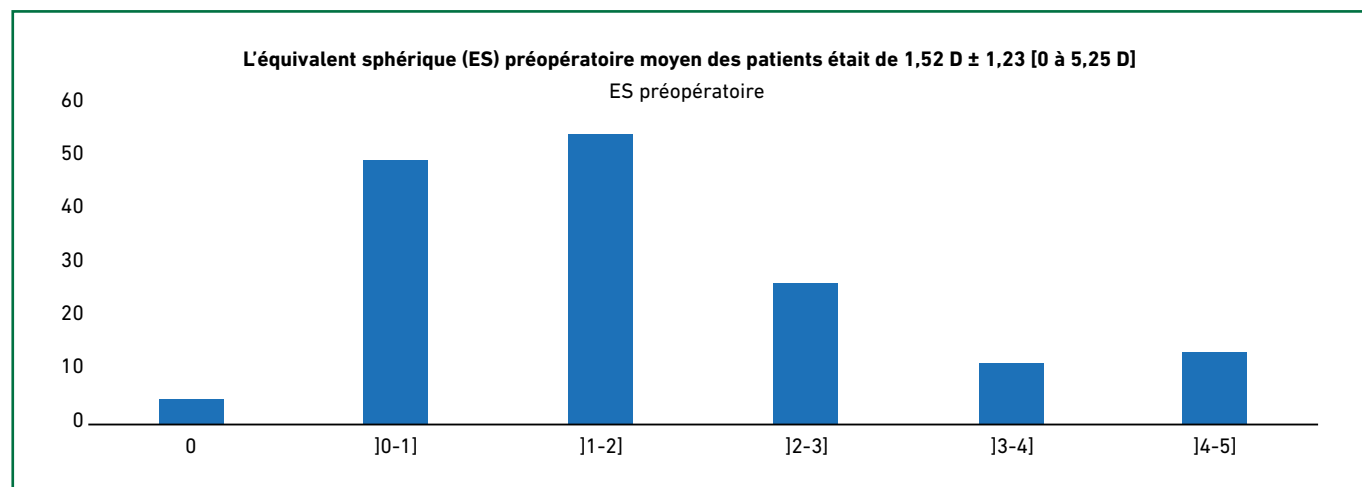


Fig. 2 : ES moyen des patients opérés en PresbyLASIK.

Conclusion

La presbytie peut être corrigée efficacement au laser Excimer par une modification de l'asphéricité cornéenne de l'œil dominé qui augmente la profondeur de champ. Cette modification de la profondeur de champ associée à une micro-monovision permet d'obtenir une vision satisfaisante en vision de près tout en conservant une bonne vision de loin.

Pour en savoir plus

- REINSTEIN DZ, COUCH DG, ARCHER T. LASIK for hyperopic astigmatism and presbyopia using micro-monovision with the Carl Zeiss Meditec MEL80 Platform. *J Refract Surg*, 2009;25:37-58.

- LERAY B, CASSAGNE M, SOLER V *et al.* Relationship between induced spherical aberration and depth of focus after hyperopic LASIK in presbyopic patients. *Ophthalmology*, 2015;122:233-243.
- SHETTY R, BRAR S, SHARMA M *et al.* PresbyLASIK: A review of PresbyMAX, Supracor, and laser blended vision: Principles, planning, and outcomes. *Indian J Ophthalmol*, 2020;68:2723-2731.
- BOUCENNA W, HAGÈGE A, LUSSATO M *et al.* PresbyPRK vs presbyLASIK using the SUPRACOR algorithm and micromonovision in presbyopic hyperopic patients: visual and refractive results at 12 months. *J Cataract Refract Surg*, 2021;47:878-885.
- KAMIYA K, IGARASHI A, HAYASHI K *et al.* Multicenter Retrospective Survey of Refractive Surgery in 78,248 Eyes. *J Refract Surg*, 2017;33:598-602.

L'auteure a déclaré avoir des liens d'intérêts avec Bausch+Lomb.

SUPRACOR: 10 ans d'expérience à la Clinique de la Vision, Montpellier



V. DIMEGLIO

Clinique de la Vision, MONTPELLIER.

svdimeglio@hotmail.fr

La Clinique de La Vision Montpellier fête ses 10 ans, c'est l'occasion de faire le point sur le SUPRACOR, que nous pratiquons depuis 2012.

Le SUPRACOR, logiciel développé par Technolas Perfect Vision, est intégré aux plateformes excimer dont le Teneo 2. Il permet le traitement de la presbytie par réalisation d'une ablation varifocale.

La première version du logiciel SUPRACOR a été mise à disposition des chirurgiens après marquage CE en 2011 pour le traitement des patients presbytes et hypermétropes.

Depuis 2013, le logiciel a été mis à jour et permet désormais de traiter les patients myopes [1]. Sa force provient de son algorithme proposant un traitement bilatéral, qui permet de s'adapter au plus près des besoins des patients. Basé sur une stratégie proposant 3 additions, Mild, Regular et Strong (fig. 1), le SUPRACOR répond de manière universelle aux différentes approches souhaitées par les chirurgiens ophtalmologistes.

Après plus de 85 000 traitements par SUPRACOR [2], les pratiques des chirurgiens ophtalmologistes se sont



Fig. 1.

précisées et ont montré une certaine hétérogénéité dans la stratégie opératoire.

Quelle part représente le SUPRACOR dans l'activité réfractive à la Clinique de la Vision ?

L'activité PresbyLASIK a connu une forte croissance entre 2012 et 2015, période pendant laquelle nous proposons le SUPRACOR et le LBV sur le Zeiss MEL80. Les PresbyLASIK sont actuellement tous réalisés sur la plateforme Teneo 2. Le SUPRACOR représente 23 % de notre activité LASIK. Cette proportion ne semble pas évoluer, probablement en raison de l'offre croissante d'implants multifocaux et de leurs dernières améliorations.

Quelles évolutions technologiques en 10 ans ?

Il existe deux évolutions majeures :

- le laser 217 laisse sa place au 317 Teneo ;
- le programme s'enrichit du mode Strong qui procure une addition de près de +2,50 [3].

Pourquoi proposer le PresbyLASIK versus Prelex en 2023 ?

Le rapport bénéfice-risque reste en faveur du SUPRACOR, les complications cornéennes potentielles sont toujours plus faciles à gérer et moins graves que

celles d'une chirurgie endoculaire. Le SUPRACOR permet de ne pas compromettre l'avenir et de bénéficier de la dernière évolution technologique en matière d'implantation multifocale [4].

Par ailleurs, les indications d'implantations ICL sont rares en raison du manque de profondeur de chambre antérieure chez l'hypermétrope.

Quel bilan préopératoire en 2023 à la Clinique de la Vision ?

La base est toujours la réfraction subjective, aidée par l'aberrométrie ZyWave. La topographie Orbscan est progressivement remplacée par l'OCT de segment antérieur ACE et MS 39, bien que le risque d'ectasie soit faible chez l'hypermétrope [5].

Le bilan de sécheresse oculaire complet est devenu incontournable sur cette population à risque, âgée de plus de 50 ans.

Protocoles actuels de programmation

1. Hypermétrope presbyte

L'œil dominant est toujours en Mild (add +1,25):
 – cible 0 pour une optimisation de la vision de près et une meilleure stabilité dans le temps;
 – cible +0,25 pour une bonne vision de loin d'emblée tout en bénéficiant de l'hyperasphéricité centrale.

L'œil dominé sera programmé en Regular (+1,75) avant 50 ans et en Strong (+2,50) après 50 ans, cible -0,50.

2. Myope presbyte

Le protocole est le même que pour l'hypermétrope mais en sous-corrigeant la sphère de -0,50. Les résultats pour le SUPRACOR myopique sont toujours meilleurs qu'une simple bascule, grâce à l'hyperasphérisation cornéenne centrale.

3. Emmétrope

La demande des patients emmétropes est forte, ce sont des patients dont la vision de près se dégrade très tôt, ils ne tolèrent pas les lunettes, sont exigeants et leur attente

est élevée. Le test d'une lentille de contact est proposé. L'important est avant tout de ne pas dégrader ou créer un inconfort en vision de loin. Si le patient est tolérant à la bascule +1,50, on peut proposer un Strong -0,50 sur l'œil dominé.

Après 60 ans, la solution de l'implantation multifocale unilatérale est à privilégier.

Limites et contre-indications

Il n'y a pas de limite d'âge tant que le cristallin est clair, mais il faut reconnaître qu'après 60 ans, il n'existe plus de réserve accommodative, ce qui pénalise le résultat. L'implantation multifocale peut alors être proposée.

Les fortes réfractions sont à éviter. Les patients strabiques sont contre-indiqués.

La kératométrie finale ne doit pas dépasser 50 dioptries, au risque de dégrader la qualité de vision et de s'exposer au syndrome de l'apex. Les petites pupilles inférieures à 2,5 mm augmentent le risque d'altération de la vision de loin. Le syndrome sec sévère est une contre-indication.

Réalisation du capot et centrage

Les capots doivent être si possible de 9,5 mm de diamètre maximum et de 100 μ m de profondeur.

Le centrage du laser est généralement centropupillaire, en s'approchant du Purkinje si l'angle kappa est important. À noter que le décentrement est plutôt bien toléré mais crée des erreurs de mesure à l'autoréfractomètre automatique, qui interprète de faux astigmatismes.

Gestion postopératoire des patients

C'est probablement l'étape la plus importante du PresbyLASIK. Les consignes et les suites postopératoires doivent être régulièrement répétées. Les appels patients sont beaucoup plus fréquents qu'en LASIK, ils ont besoin d'être rassurés, le chirurgien doit être constamment disponible et à l'écoute.

Le patient hypermétrope presbyte doit être averti de sa lente récupération en vision de loin, alors que sa vision

Cas clinique

Patiente hypermétrope astigmatique presbyte opérée en PresbyLASIK SUPRACOR en 2013 à l'âge de 56 ans. Cette patiente a bénéficié d'une indépendance totale aux lunettes jusqu'à l'âge de 67 ans. Suite à une baisse d'acuité visuelle de loin et de près par cataracte, elle subit une phaco-exérèse avec implantation multifocale ZEISS AT Lisa. Son résultat final lui permet de vivre au quotidien sans lunettes, avec une excellente qualité de vision.

Programmation du SUPRACOR en 2013 :

- OD : +2,00 (-0,50 à 100) dominant Mild cible 0 ;
- OG : +2,00 (-0,50 à 130) dominé Strong cible -0,50.

Réfraction postopératoire à 6 mois post-SUPRACOR :

- OD : +0,25 ; 10/10 ;
- OG : -0,75 ; 10/10 ;
- P2 en binoculaire.

Réfraction à 10 ans post-SUPRACOR :

- OD : +0,25 ; 6/10 ;
- OG : -0,25 ; 6/10 ;
- P3 binoculaire ;
- cataracte ODG.

Réfraction post-implantation multifocale en 2023 : ODG 10/10 P2.

Les topographies différentielles à 10 ans mettent en évidence une parfaite stabilité des *bumps* centraux Mild et Regular (*fig. 2 à 6*).

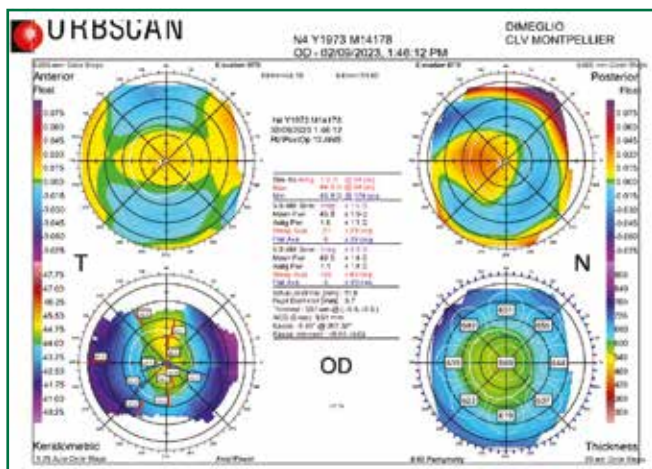


Fig. 2.

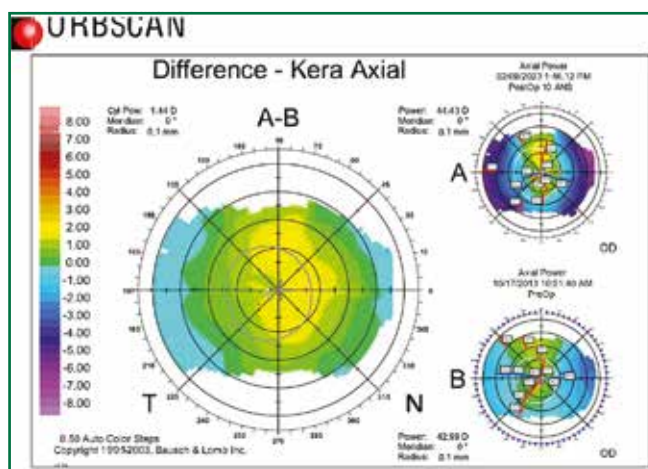


Fig. 3.

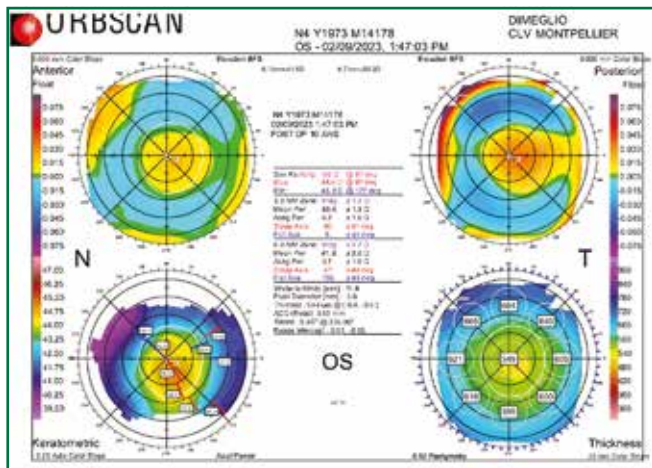


Fig. 4.

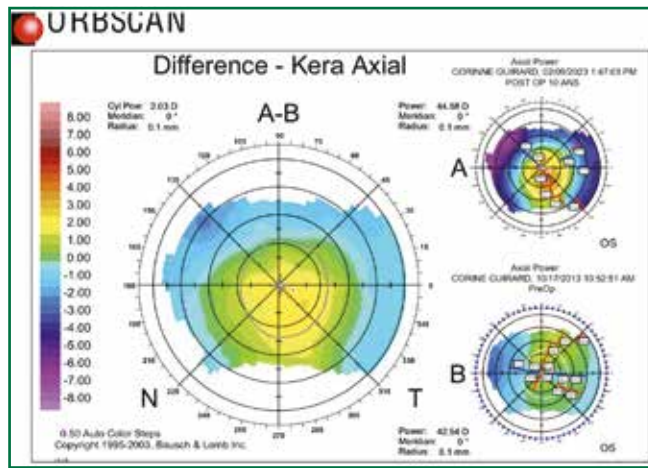


Fig. 5.

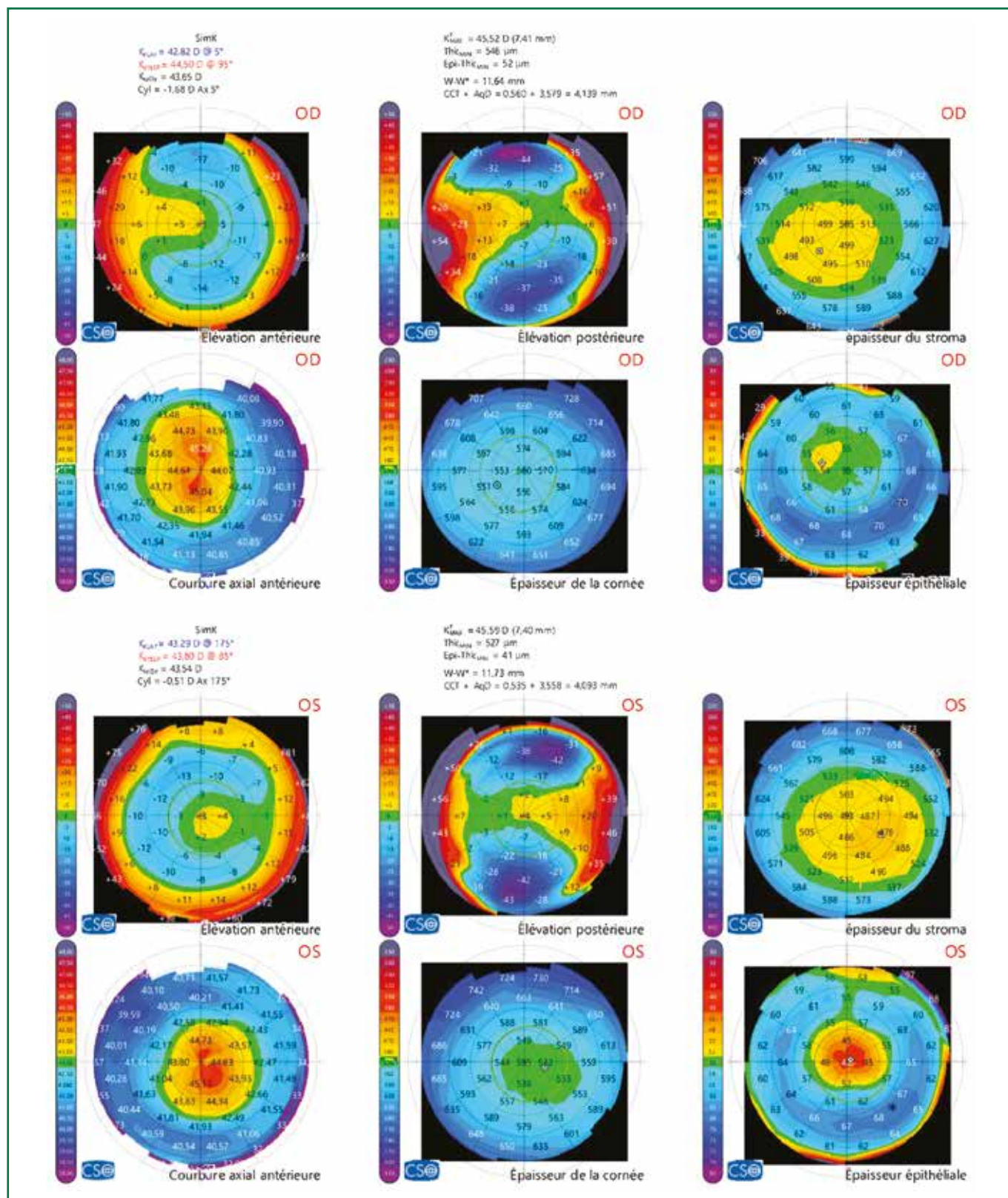


Fig. 6.

de près est excellente d'emblée. Je donne assez régulièrement une paire de lunettes d'appoint de $-1,00$ pour passer le cap souvent difficile du premier mois.

Cette myopisation transitoire est nécessaire pour garantir une bonne stabilité à long terme, je donne au patient un délai de 6 mois pour atteindre la stabilité réfractive en raison de la neuro-adaptation. Pour les patients ne pouvant pas se permettre une perte de vision de loin transitoire, on peut proposer un traitement Mild cible $+0,25$.

À l'inverse, pour le SUPRACOR myopique, la vision de loin est bonne d'emblée alors que la vision de près est plus lente à récupérer. Je donne alors une paire de lunettes d'appoint de $+1,00$ le premier mois si nécessaire pour passer le cap.

Complications et reprises

1. Complications rétractives

Les reprises sont rares depuis l'arrivée du mode Strong. Elles sont passées en 10 ans de 10 à 2 %. Ce sont généralement des reprises pour myopisation excessive, donc une gêne en vision de loin. Elles sont traitées sur l'œil dominant en sphère simple.

Les reprises tardives, en moyenne 5 ans après, sont des régressions en vision de près sur des traitements initialement peu agressifs en mode Regular.

Le seul souci est le risque d'invasion épithéliale en cas de resoulement du capot. Mieux vaut donc réaliser une PKR sur le capot, mais en utilisant systématiquement de la mitomycine.

2. Complications liées à la sécheresse oculaire

Le bilan préopératoire est essentiel, la prévention repose sur les bouchons méatiques, le LipiFlow et l'IPL. Nous avons mis en place à la Clinique de la Vision une consultation spécialisée en sécheresse oculaire.

La pose de bouchons résorbables en peropératoire est souvent proposée mais, en cas de sécheresse sévère postopératoire, il ne faut pas hésiter à poser des bouchons méatiques en inférieur et en supérieur, avant de proposer un traitement plus invasif et plus coûteux.

3. Autres complications

La kératopathie toxique centrale et le SOS syndrome sont très rares en PresbyLASIK.

Stabilité à long terme

La stabilité topographique est bonne jusqu'à 10 ans (*voir cas clinique*). Les évolutions réfractives sont celles du cristallin, avec une perte progressive de l'accommodation résiduelle puis une altération de la transparence cristallinienne.

Cataractes post-SUPRACOR

La chirurgie de la cataracte post-SUPRACOR ne pose pas de difficulté particulière. La biométrie repose sur la formule Haigis L ou Barrett True K.

L'implantation multifocale est possible avec les implants diffractifs ayant tendance à préserver l'effet du SUPRACOR en vision de près, les implants EDOF à privilégier la vision de loin mais en garantissant une bonne vision intermédiaire avec une lecture possible.

On peut aussi proposer sur l'œil dominant un implant de type monofocal +.

Améliorations SUPRACOR à envisager

La difficulté en SUPRACOR pour un chirurgien novice reste la programmation des premiers patients à opérer, il existe une petite courbe d'apprentissage comme pour toute technique de chirurgie réfractive.

On pourrait imaginer une programmation assistée par intelligence artificielle, conçue à partir d'une banque de données significatives de patients opérés.

Le PresbyPKR transépithélial, grâce au *mapping* épithélial OCT, est peut-être une alternative au LASIK, mais la question de la stabilité à long terme se pose.

Un mode Reversal pourrait être proposé, en particulier pour les retraitements de l'œil dominant, mais la gestion du recentrage n'est pas toujours simple. En pratique, les retraitements sphérocyindriques donnent de bons résultats.

Conclusion

Le LASIK SUPRACOR reste mon traitement de première intention pour les patients presbytes au cristallin clair. Avec 10 ans de recul, la stabilité réfractive est bonne, c'est une excellente solution d'attente avant une implantation multifocale.

Le mode de programmation reste assez simple, la prédictibilité réfractive est bonne. Le taux de satisfaction patient est élevé à condition de prendre le temps de bien expliquer les suites opératoires, l'accompagnement des patients les six premiers mois est essentiel.

Bibliographie

1. HAGÈGE A. SUPRACOR sur une patiente myope. *Pratiques en Ophtalmologie*, 2015;9.
2. Données internes Bausch + Lomb.
3. ALBOU-GANEM C, PAGES C, AMAR R. Raffinement des profils d'ablation du presbylasik. *Images en Ophtalmologie*, 2016;10:97-102.
4. GATINEL D. Quoi de neuf en chirurgie réfractive? *Réalités Ophtalmologiques*, 2014;212:1-4.
5. YANG Y, PAVLATOS E, CHAMBERLAIN W *et al.* Keratoconus detection using OCT corneal and epithelial thickness map parameters and patterns. *J Cataract Refract Surg*, 2021;47:759-766.

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

PresbyLASIK avec le laser Alcon EX500: principes et résultats



C. GHENASSIA, N. LUTRAND
Clinique New Vision, NICE.
charles ghenassia@wanadoo.fr

La presbytie, soit la perte progressive d'accommodation avec l'âge [1], ne bénéficie toujours pas en 2023 d'un procédé chirurgical direct restaurant la fonction accommodative telle que nous la connaissons physiologiquement. De plus, du fait de l'aplatissement global de la cornée avec le temps, l'aberration sphérique positive induite tend à inhiber le déclenchement du réflexe accommodatif [2].

Les options de traitement de la presbytie reposent sur un principe de compensation, le plus souvent par remodelage cornéen PresbyLASIK ou par phacoexérèse associée à l'utilisation d'un implant, le Prelex. Dans les deux cas, bien que les résultats soient globalement très satisfaisants, il demeure un caractère imparfait nécessitant l'acceptation d'un compromis par le patient.

Face à ce compromis, la gestion du patient commence dès la consultation préopératoire. Il est indispensable de questionner et d'écouter ce dernier à propos de son métier, ses activités, son mode de vie, etc. La mesure de la réfraction est un moment privilégié pendant lequel on peut se rendre compte de la sensibilité visuelle du patient. Cela est un excellent indicateur pour savoir si un compromis est envisageable. À l'issue des examens,

les explications dispensées au patient doivent être claires et personnalisées quant au compromis qui lui est proposé, l'indépendance relative à une correction optique, le délai de récupération visuelle, la longévité du traitement, etc. Il est indispensable de s'assurer de la bonne compréhension afin d'éviter des déconvenues en postopératoire.

Profils d'ablation

Aujourd'hui, toutes les plateformes laser Excimer proposent des profils d'ablations spécifiques à la presbytie. Il existe deux familles de profils présentant chacun leurs avantages et inconvénients: les profils multizones et les profils 100 % asphériques.

In fine, le but recherché est l'hyperprolatisation de la cornée afin d'augmenter l'aberration sphérique négative de l'œil pour lui donner une meilleure profondeur de focalisation et, par extériorisation, une meilleure profondeur de champ [3]. Ce gain de netteté en vision de près (VP) permet une réactivation du réflexe accommodatif et la réutilisation de l'accommodation résiduelle du sujet [4].

1. Les profils multizones

Ils permettent une plus grande amplitude de multifocalité cornéenne avec des additions variables, allant parfois jusqu'à +2,75. L'addition est positionnée de façon centrale sous la forme d'un îlot kératométrique, facilement identifiable en topographie. Ces profils bénéficient souvent d'une programmation assez simple et d'une récupération visuelle relativement rapide.

En revanche, le caractère multizone est davantage pourvoyeur de phénomènes photiques parasites en lien avec le jeu pupillaire [5]. On relève notamment les halos, une VP nécessitant un bon éclairage et une vision de loin (VL) parfois perturbée par une pupille de petite taille. Ce

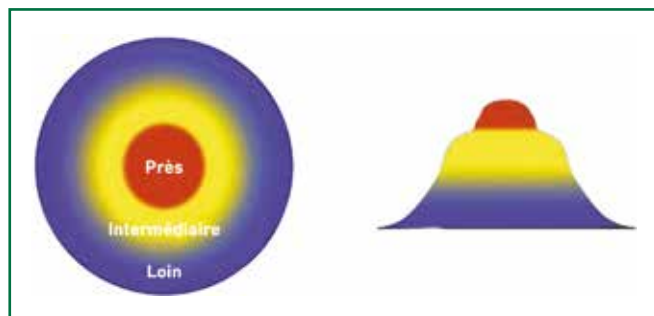


Fig. 1 : Profil multizone (d'après F. Malecaze).

genre de profil est notamment disponible sur les logiciels Supracor (Bausch + Lomb) et PresbyMax (Schwind; *fig. 1*).

2. Les profils 100 % asphériques

Ils reposent sur le principe d'une multifocalité douce, avec la prolatisation progressive de la cornée. La modification de l'asphéricité cornéenne est souvent plus complexe à programmer car elle induit un *shift* réfractif qu'il est nécessaire d'anticiper pour obtenir la cible souhaitée [6]. Ces profils doux ne permettent pas des additions élevées, généralement comprises entre +0,75 et +1,00, mais sont moins pourvoyeurs de phénomènes optiques parasites et sont moins sensibles au jeu pupillaire [7].

On retrouve ces profils sur les logiciels Presbyond (Zeiss) et F-Cat (Alcon). À noter que la programmation du laser Alcon, particulièrement complexe, peut être assistée par le biais d'applications spécifiques telles que PresbyCor ou IsoVision (*fig. 2*).

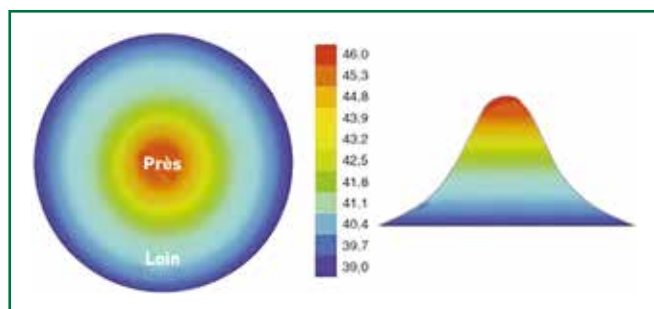


Fig. 2 : Profil asphérique (d'après F. Malecaze).

L'émergence de ces nouveaux profils permet d'offrir au patient une programmation personnalisée en fonction de ses besoins, de sa sensibilité et de l'expérience du chirurgien. Cela dit, aucun de ces profils ne permet

de restituer en monoculaire une perception à toute distance. Il est donc nécessaire d'établir une stratégie de compensation de couple oculaire que l'on peut classer selon 4 types.

Stratégies de compensation de couple oculaire

1. La monovision conventionnelle ou "bascule"

Elle repose sur le principe d'individualisation de chaque œil pour une perception à une distance donnée. L'œil dominant est emmétropisé tandis que l'œil dominé est myopisé avec une cible de $-1,50$ à $-2,00$ D. Cette stratégie offre en général une réhabilitation visuelle rapide, mais souffre de la rupture de la vision binoculaire parfois mal supportée, ainsi que d'un *gap* dans la vision intermédiaire [8].

2. La monovision aménagée

Elle propose le traitement de l'œil dominant en VL et de l'œil dominé en vision intermédiaire (VI) et VP grâce à l'utilisation d'un profil d'ablation spécifique. Il en résulte une anisométrie induite d'environ $-1,50$ à $-1,75$ D, avec cette fois une vision continue sans *gap* de vision. Rapide en termes de récupération visuelle et moins clivante que la monovision conventionnelle, il n'en demeure pas moins que l'anisométrie induite est parfois difficilement acceptée par le patient [7] (*fig. 3*).

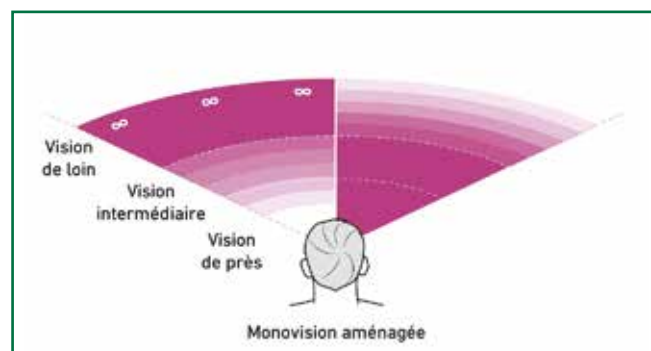


Fig. 3.

3. La stratégie hybride *dual* ou *blended vision*

Cette stratégie utilise un profil spécifique sur chaque œil en conservant une zone de vision commune aux deux yeux. L'œil dominant est emmétropisé avec une

profondeur de champ induite lui permettant de couvrir la VL et la VI, tandis que l'œil dominé est légèrement myopisé d'environ $-0,75$ à $-1,25$ D avec une profondeur de champ induite pour couvrir la VI et la VP. En plus d'une vision continue, cette stratégie offre une anisométrie induite facilement tolérable, ainsi qu'un meilleur maintien de la vision binoculaire, notamment en VI, avec une symétrie des perceptions. Du fait du profil spécifique sur l'œil dominant, la récupération visuelle en VL peut parfois être un peu plus lente et s'étaler sur quelques semaines (fig. 4).

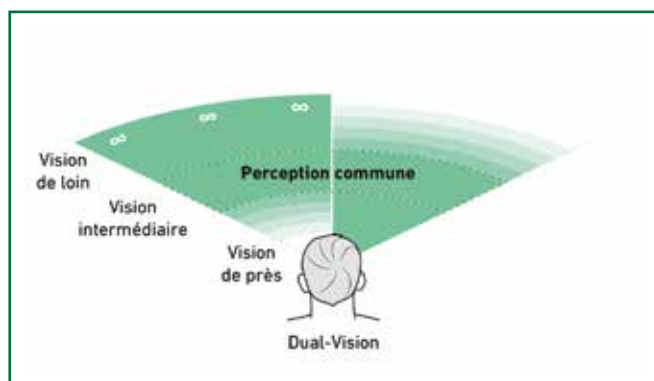


Fig. 4.

4. La stratégie binoculaire ou *equi-vision*

Elle s'appuie sur le maintien permanent de la vision binoculaire, avec un traitement spécifique bilatéral sans anisométrie induite. Dans cette configuration, une légère cible myopique est conservée à $-0,50$ D, offrant une VL imparfaite mais confortable grâce à la sommation de l'information binoculaire. La profondeur de champ induite par le profil d'ablation permet de couvrir la VI, la VP repose quant à elle sur la réutilisation de l'accommodation résiduelle du patient

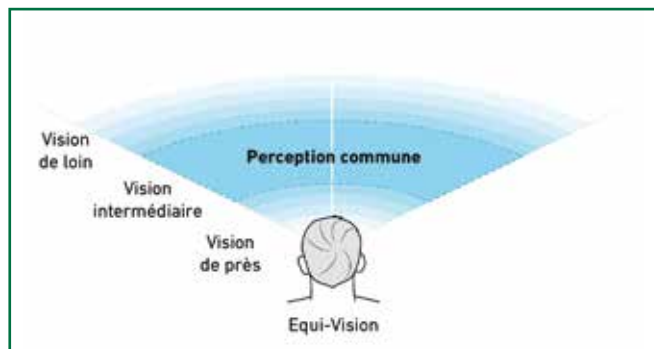


Fig. 5.

en association avec la plasticité cérébrale et la binocularité [9]. Cette stratégie se destine notamment aux patients ne supportant pas d'anisométrie et bénéficiant encore d'une accommodation résiduelle d'au moins $+0,75$ D (fig. 5).

Parmi ces 4 types de stratégies, il est à noter que seule la monovision conventionnelle ne permet pas d'accéder à une vision continue. À ce titre et devant les avantages des autres stratégies disponibles, on peut s'attendre à voir son utilisation progressivement disparaître.

Quid du PresbyLASIK myopique ?

On parle souvent du PresbyLASIK pour les patients emmétropes ou hypermétropes, mais rarement pour les patients myopes. Ces derniers sont pourtant eux aussi demandeurs d'une réhabilitation visuelle de loin sans pour autant compromettre leur VP et, bien qu'il soit communément admis que les patients myopes supportent bien la bascule, ce principe est loin de se vérifier systématiquement. De plus, avec l'émergence des nouveaux profils d'ablation spécifiques à la presbytie, il apparaît dommageable pour le patient myope de ne pas se voir proposer autre chose que le simple système bifocal qu'est la monovision.

L'application PresbyCor fait figure d'exception puisqu'elle permet, sur le laser Alcon, de faire bénéficier le patient myope d'un profil spécifique asphérique selon trois stratégies de compensation.

Quid du PresbySMILE ?

L'extraction lenticulaire est en pleine effervescence, avec l'arrivée sur le marché de nouvelles machines. Cette approche chirurgicale est particulièrement intéressante pour le patient presbyte souffrant souvent d'une moins bonne qualité lacrymale et plus exposé à une sécheresse sévère en postopératoire [10]. Malheureusement, aucune plateforme ne propose de profil d'ablation spécifique à la presbytie, il est donc simplement possible d'effectuer une monovision conventionnelle. L'arrivée annoncée de l'hypermétropie est un premier pas, mais il y a fort à parier que, dans le futur, des profils spécifiques seront très certainement développés et représenteront une avancée significative dans la compensation chirurgicale de la presbytie.

Étude

1. Caractéristiques

Une série de 251 patients presbytes a été traitée en partenariat avec la Clinique New Vision de Nice, avec 52 % de femmes et 48 % d'hommes pour un âge moyen de 54 ans. Les patients présentaient une amétropie comprise entre $-6,00$ et $+5,00$, avec un astigmatisme associé inférieur à $3,00$ D et une addition minimum inférieure à $+2,25$ D. Un bilan préopératoire complet a été réalisé : kératométrie automatique, réfraction subjective, réfraction dilatée, recherche de dominance, tolérance à l'anisométrie, topographie, fond d'œil et OCT, Ni-BUT, examen à la lampe à fente, pression intraoculaire.

Les *flaps* étaient compris entre 100 et $110 \mu\text{m}$ de profondeur et entre $8,8$ et $8,9$ mm de diamètre sur le laser Zeiss Visumax 500. Le traitement Excimer a été réalisé avec le laser Alcon EX500, sur une zone optique de $6,5$ mm. Les valeurs de programmation renseignées dans le laser sont celles fournies par l'application PresbyCor.

Cette application, réservée aux lasers Alcon, calcule automatiquement les valeurs nécessaires pour induire un profil hyperprolate, tout en compensant le *shift* hypermétrope induit et la cible selon trois stratégies : la *Mono-Vision Optimized*, la *Dual-Vision* et l'*Equi-Vision*. Pour ce faire, l'application tient compte de la dominance, la réfraction, la kératométrie,

Fig. 6: Feuille de calcul PresbyCor.

l'asphéricité, l'addition minimum et la pupillométrie. L'application fournit instantanément les valeurs pour la programmation des trois stratégies, le chirurgien sélectionne ensuite la stratégie qu'il juge la plus adaptée à son patient.

Le résultat postopératoire est contrôlé à 6 mois (fig. 6 et tableau I à III).

Préopératoire (n = 502 yeux)	Equi-vision		Dual-vision		Mono-vision	
	Myopie	Hypermétropie	Myopie	Hypermétropie	Myopie	Hypermétropie
Œil dominant						
UDVA (logMAR)	$1,02 \pm 0,34$	$0,35 \pm 0,29$	$0,87 \pm 0,36$	$0,31 \pm 0,27$	$0,87 \pm 0,35$	$0,3 \pm 0,22$
UCVA (logRAD)	0,1	$0,99 \pm 0,17$	0,1	$0,93 \pm 0,19$	0,1	$0,97 \pm 0,18$
SEq	$-3,3 \pm 1,86$	$1,88 \pm 1,26$	$-2,7 \pm 1,44$	$1,88 \pm 1,24$	$-3,04 \pm 1,64$	$1,82 \pm 1,09$
Œil non dominant						
UDVA (logMAR)	$1,02 \pm 0,34$	$0,35 \pm 0,29$	$0,86 \pm 0,36$	$0,3 \pm 0,27$	$0,87 \pm 0,35$	$0,3 \pm 0,22$
UCVA (logRAD)	0,1	$0,99 \pm 0,17$	0,1	$0,93 \pm 0,19$	0,1	$0,97 \pm 0,18$
SEq	$-3,3 \pm 1,95$	$1,99 \pm 1,42$	$-2,8 \pm 1,55$	$1,96 \pm 1,40$	$-2,9 \pm 1,73$	$1,93 \pm 1,22$
Binoculaire						
UDVA (logMAR)	$1,03 \pm 0,35$	$0,3 \pm 0,29$	$0,86 \pm 0,36$	$0,29 \pm 0,27$	$0,87 \pm 0,36$	$0,3 \pm 0,23$
UCVA (logRAD)	0,1	$0,96 \pm 0,17$	0,1	$0,94 \pm 0,19$	0,1	$0,98 \pm 0,17$

Tableau I: Acuité visuelle et réfraction préopératoire.

Préopératoire (n = 502 yeux)	Equi-vision		Dual-vision		Mono-vision	
	Myopie	Hypermétropie	Myopie	Hypermétropie	Myopie	Hypermétropie
Œil dominant						
UDVA (logMAR)	0,07 ± 0,03	0,05 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,008 ± 0,01	0,01 ± 0,02
UCVA (logRAD)	0,1	0,27 ± 0,07	0,1	0,4 ± 0,05	0,1	0,48 ± 0,05
SEq	-0,54 ± 0,14	-0,54 ± 0,1	-0,22 ± 0,25	-0,26 ± 0,14	-0,03 ± 0,22	0,02 ± 0,27
Œil non dominant						
UDVA (logMAR)	0,1 ± 0,02	0,09 ± 0,04	0,28 ± 0,07	0,18 ± 0,03	0,39 ± 0,06	0,35 ± 0,07
UCVA (logRAD)	0,1	0,17 ± 0,09	0,1	0,11 ± 0,05	0,1	0,1
SEq	-0,76 ± 0,09	-0,76 ± 0,09	-0,7 ± 0,1	-0,94 ± 0,1	-1,49 ± 0,49	-1,65 ± 0,15
Binoculaire						
UDVA (logMAR)	0,05 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,008 ± 0,02	0,01 ± 0,02
UCVA (logRAD)	0,1	0,11 ± 0,04	0,1	0,11 ± 0,05	0,1	0,1
Anisométrie	0,16 ± 0,11	0,21 ± 0,1	0,8 ± 0,32	0,67 ± 0,18	1,5 ± 0,2	1,68 ± 0,29

Tableau II : Acuité visuelle et réfraction postopératoire.

Préopératoire (n = 502 yeux)	Equi-vision		Dual-vision		Mono-vision	
	Myopie	Hypermétropie	Myopie	Hypermétropie	Myopie	Hypermétropie
Œil dominant						
Facteur Q préopératoire	-0,17 ± 0,1	-0,15 ± 0,13	-0,16 ± 0,11	-0,14 ± 0,1		
Facteur Q postopératoire	-0,7 ± 0,1	-0,69 ± 0,14	-0,17 ± 0,12	-0,69 ± 0,08		
Valeur de p	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001		
Œil non dominant						
Facteur Q préopératoire	-0,16 ± 0,1	-0,14 ± 0,1	-0,15 ± 0,1	-0,14 ± 0,1	-0,13 ± 0,13	-0,17 ± 0,08
Facteur Q postopératoire	-0,73 ± 0,06	-0,7 ± 0,14	-0,68 ± 0,15	-0,68 ± 0,08	-0,71 ± 0	-0,73 ± 0,08
Valeur de p	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001

Tableau III : Modification du facteur d'asphéricité Q préopératoire vs postopératoire.

2. Résultats

>>> Mono-Vision Optimized

Les résultats obtenus montrent une emmétropisation parfaite de l'œil dominant et une myopisation de -1,50 D de l'œil dominé. On note la négativation du facteur Q en postopératoire sur l'œil dominé pour fournir la VI et la VP. Dans cette stratégie, la récupération visuelle est quasi immédiate, avec une bonne couverture de la VL et de la VP dès J1, sans *gap* de vision en VI (*fig. 7*).

>>> Dual-Vision

Les résultats obtenus montrent un œil dominant à -0,25 D et une myopisation de -1,00 D de l'œil dominé, soit seulement 0,75 D d'anisométrie induite. On note

la négativation bilatérale du facteur en postopératoire pour fournir sur l'œil dominant la VL et la VI, tandis que l'œil dominé bénéficie de la VI et la VP. Dans cette stratégie, la récupération visuelle est quasi immédiate en VP et VI dès J1. La récupération de la VL est plus progressive, sur une période de 3 à 6 semaines.

À noter qu'à J1, l'acuité visuelle en VL était systématiquement supérieure ou égale à 7/10. Une paire de lunettes provisoire de -0,75 était ponctuellement fournie au patient à J1 en fonction de son ressenti en VL pour la conduite (*fig. 8*).

>>> Equi-Vision

Les résultats obtenus montrent un œil dominant à -0,50 D et une myopisation de -0,75 D de l'œil dominé,

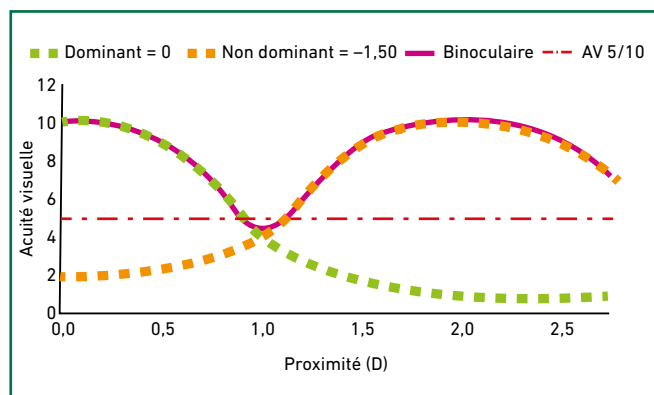


Fig. 7 : Courbe de défocus *mono-vision optimized*.

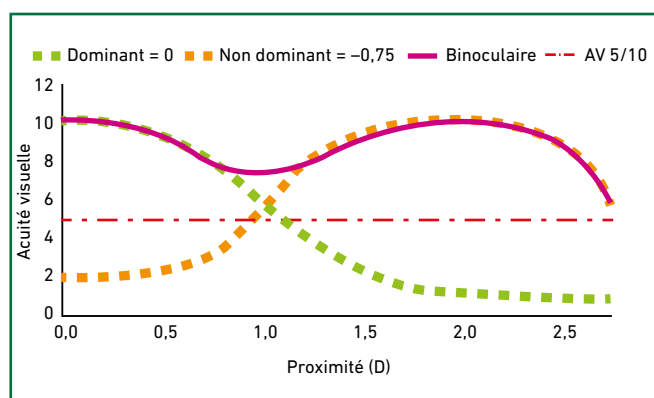


Fig. 8 : Courbe de défocus *dual-vision*.

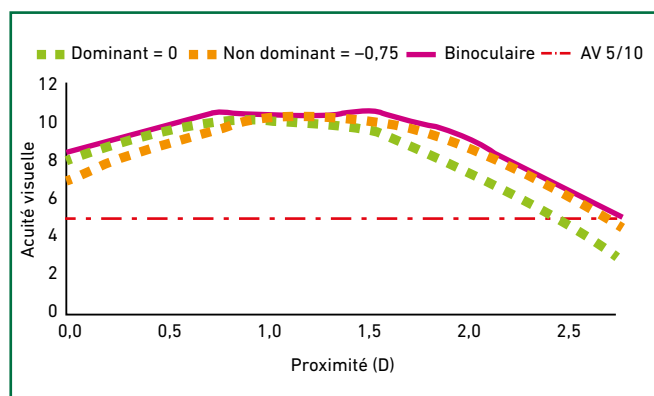


Fig. 9 : Courbe de défocus *equi-vision*.

soit seulement 0,25 D d'anisométrie induite. On note la négativation bilatérale du facteur d'asphéricité Q en postopératoire. La lecture de la courbe de défocus montre bien l'effet de la binocularité, avec la sommation de l'information grâce au maintien constant de la vision binoculaire. Dans cette stratégie, la récupération

visuelle est quasi immédiate en VP et VI dès J1. La récupération de la VL est plus progressive, sur une période de 2 à 4 mois.

À noter qu'à J1, l'acuité visuelle en VL était systématiquement supérieure ou égale à 4/10, avec une myopisation légèrement plus prononcée qui régresse durant les premiers mois. Une paire de lunettes provisoire de -0,75 était systématiquement fournie au patient à J1 pour l'accompagner dans sa récupération visuelle (fig. 9).

Truc et astuces

1. Patient emmétrope

Le compromis est rarement accepté car les emmétropes vont avoir le sentiment d'avoir perdu de loin pour gagner de près. Ces patients sont rarement de bons candidats à un PresbyLASIK, mieux vaut les faire patienter jusqu'à ce que l'aplatissement cornéen leur révèle une petite hypermétropie. À défaut, un essai de lentilles sur plusieurs jours est indispensable pour s'assurer de la bonne tolérance du patient à une légère pénalisation en VL.

2. Patient myope de -2,00 D

À l'inverse d'un emmétrope, ce patient est habitué à jouir d'une VP idéale. Il retire d'ailleurs ses lunettes pour lire plus confortablement et pense que sa myopie le protège de la presbytie. Or toute forme de démyopisation, même monoculaire, lui révélera sa presbytie et le compromis que cela représente en VL mais aussi en VP. Comme pour l'émétrope, un essai de lentilles sur plusieurs jours est recommandé.

3. Quel œil privilégier en VL ?

L'œil directeur est celui qui prédomine sur l'aspect moteur. C'est l'œil qui va prendre la fixation lorsqu'on vise un point à travers un CD avec les deux yeux ouverts.

L'œil dominant est celui qui prédomine au niveau sensoriel, c'est l'œil qui supporte le moins une pénalisation en VL. Il est déterminé par le test de la pénalisation alternée avec un verre de +0,75 D une fois le patient emmétropisé sur lunettes d'essai (verres non diaphragmés si possible).

L'œil dominant n'est pas nécessairement l'œil directeur et vice versa. Sauf cas très particuliers, il est préférable de privilégier l'œil dominant en VL [9].

Conclusion

Les avancées en matière de profil d'ablation et de stratégie de traitements permettent une meilleure personnalisation du traitement pour optimiser la satisfaction postopératoire. Pour autant, aucune solution ne permet de promettre une récupération visuelle parfaite à toute distance, car cette chirurgie reste un savant équilibre entre la vision binoculaire, la VP et la VL, nécessitant l'acceptation d'un compromis et une prise en charge spécifique.

Il est aujourd'hui possible d'obtenir une vision continue, sans *gap* de vision, pour les presbytes, quelle que soit leur amétropie préopératoire. Chez le myope, en l'absence de profil d'ablation spécifique sur la plupart des plateformes laser, la monovision conventionnelle reste la stratégie la plus utilisée, en dépit des avantages que proposent les autres stratégies.

Bibliographie

1. CHARMAN WN, PLAINIS S. Physiology and behaviour of the accommodation system. In: PALLIKARIS IG, PLAINIS S, CHARMAN WN (eds). *Presbyopia: Origins, Effects, and Treatment*. Slack Incorporated; Thorofare NJ, 2012:31-39.

2. DEL ÁGUILA-CARRASCO AJ, KRUGER P, LARA F *et al.* Aberrations and accommodation. *Clin Exp Optom*, 2020;103:95-103.
3. FERNÁNDEZ J, RODRIGUEZ-VALLEJO M, BURGUERA N *et al.* Spherical aberration for expanding the depth of focus: a review for the anterior segment surgeon. *J Cataract Refract Surg*, 2021;47:1587-1595.
4. GHENASSIA C. Reuse of residual accommodation after PresbyLASIK. ISOP 2017, Copenhagen.
5. TCHAH H, NAM K, YOO A. Predictive factors for photic phenomena after refractive, rotationally asymmetric, multifocal intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol*, 2017;10:241-245.
6. GIERS BC, KHORAMNIA R, VARADI D *et al.* Functional results and photic phenomena with new extended-depth-of-focus intraocular Lens. *BMC Ophthalmol*, 2019;19:197.
7. LERAY B, CASSAGNE M, SOLER V *et al.* Relationship between induced spherical aberration and depth of focus after hyperopic LASIK in presbyopic patients. *Ophthalmology*, 2015;122:233-243.
8. EVANS BJW. Monovision: A review. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2007;27:417-439.
9. BASGÖZE Z, PACKEY AP, COOPER EA. Plasticity and adaptation in adult binocular vision. *Curr Biol*, 2018;28:R1406-R1413.
10. LAFOSSE E, WOLFFSOHN JS, TALENS-ESTARELLES C *et al.* Presbyopia and the aging eye: Existing refractive approaches and their potential impact on dry eye signs and symptoms. *Cont Lens Anterior Eye*, 2020;43:103-114.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

PresbyLASIK avec le laser EX500 : comment moduler le facteur Q ?

Mode d'emploi et revue de la littérature récente



C. DAVID¹, B. AMELINE²

¹ l'Institut Sourdis-Atlantique, SAINT-HERBLAIN.

² Clinique de la Vision – One Clinic, PARIS.
docteurclementinedavid@gmail.com.

La population vieillissante et les demandes de plus en plus précises des patients font de la correction de la presbytie et la compensation de l'accommodation un enjeu majeur dans le domaine de la chirurgie réfractive. La correction chirurgicale de la presbytie connaît des progrès considérables depuis plus d'une vingtaine d'années sur les techniques et les procédures. Le *kératomileusis in situ* au laser (LASIK) est le plus largement réalisé lors des chirurgies réfractives cornéennes et les améliorations constantes de notre compréhension de l'aberrométrie cornéenne ont ouvert la voie aux procédures impliquant les modifications d'asphéricité.

De nombreuses chirurgies cornéennes asphériques ou dites multizones se sont développées, certaines uni- ou bilatérales, toutes se regroupent sous le terme de PresbyLASIK. Celui-ci repose sur un trépied composé d'une modélisation cornéenne, du concept de jeu pupillaire et d'une nécessité d'une réserve accommodative

résiduelle. En 2023, il existe deux différents modèles utilisés de sculpture cornéenne définissant le PresbyLASIK : le traitement central dit multizone et le traitement dit asphérique. Ce dernier est celui utilisé par la plateforme F-CAT du laser Excimer EX500 (WaveLight, Alcon lab, TX, USA).

L'asphéricité de la cornée est induite par la modulation du facteur Q d'asphéricité par rapport au facteur Q original de la cornée du patient. La plateforme Alcon nécessite encore dans notre pays d'une modulation par le chirurgien. Dans l'attente d'un module qui sera proposé ultérieurement en France et qui automatisera sans doute la chirurgie, le principe de la modification du facteur Q est donc à comprendre pour améliorer les résultats réfractifs de nos patients.

L'objectif de cette revue est de fournir une mise à jour récente sur le traitement PresbyLASIK avec modulation du facteur Q et d'apporter les informations nécessaires pour comprendre comment moduler l'asphéricité avec le laser EX500 de la plateforme Alcon WaveLight, et ainsi améliorer nos résultats réfractifs et visuels.

Principe du traitement asphérique par modulation du facteur Q cornéen

Le PresbyLASIK par modulation du facteur Q revient à donner une valeur plus négative à l'asphéricité cornéenne, associant une augmentation du taux d'aberrations sphériques Z_0^4 négatives et améliorant la profondeur de champ [1-4]. La modulation de l'asphéricité cornéenne (le ΔQ) vers une prolatité accrue crée ainsi un gradient de puissance cornéenne du centre

vers la périphérie [5], avec une défocalisation myopique paraxiale. En monovision classique, l'œil dominant est corrigé pour permettre une bonne acuité visuelle sans correction de loin et l'œil dominé est myopisé pour une bonne vision intermédiaire sans correction, aux environs de -1,25 dioptrie le plus souvent.

En utilisant le nomogramme proposé par la plateforme EX500 sur l'œil dominé, un certain niveau d'utilité dans la vision de près est atteint.

Mode d'emploi du traitement asphérique par modulation du facteur Q cornéen sur le module EX500

1. Informations nécessaires à la modulation du facteur Q

Valeurs d'asphéricité (valeurs d'asphéricité cornéenne moyenne totale Qm) et valeurs kératométriques des deux yeux (seules les données d'excentricité/d'asphéricité cornéenne acquise par l'ALLEGRO Topolyzer/VARIO ou l'ALLEGRO Oculyzer/WaveLight Oculyzer II peuvent être utilisées avec le logiciel Custom QTM).

2. Étapes pour la planification

Après avoir sélectionné le patient, sélectionné le planning de traitement "Custom Q" pour l'œil nécessitant cette planification, le logiciel, si l'ALLEGRO Topolyzer VARIO est utilisé, demande de sélectionner les examens pour le centrage et l'enregistrement : il convient ici de vérifier les valeurs kératométriques, l'asphéricité, la taille de la pupille et le centrage, et de désélectionner les examens considérés aberrants. Il est recommandé de réaliser quatre examens par œil avec l'ALLEGRO Topolyzer VARIO et d'en importer au moins trois par œil. Les examens non signalés par la lettre R sont considérés comme non réussis, il convient de les désélectionner.

Ensuite il est demandé de remplir les données de réfraction. Si les données kératométriques et d'asphéricité ne sont pas importées, il convient de remplir ces données : utiliser la même valeur pour le Q1 et Q2.

Puis l'on passe à l'étape de planification de traitement : le protocole proposé par Alcon est le suivant, nous verrons dans cette revue comment des modifications



Fig. 1 : Détails de la planification du traitement. **A :** la flèche rouge repère le taux d'aberrations C04 avant la modification du facteur Q, accessible depuis l'onglet Zernike (cadre vert anis). **B :** sous l'onglet Target Q, choix de la valeur du facteur Q visée en postopératoire (étoile rouge). **C :** en réouvrant l'onglet Zernike, le C04 a été modifié par la modification de la "target" du facteur Q (flèche rose). **D, E et F :** selon la sphère visée postopératoire, le taux d'aberration C04 change. Il faut alors choisir celle qui permettra de se rapprocher le plus du taux avant changement du facteur Q. Le triangle vert indique une valeur trop basse, le triangle fuchsia une valeur trop haute, le triangle orange la valeur qui se rapproche le plus. Il faut donc une cible de la sphère à -1,17 D dans ce cas-là.

supplémentaires peuvent probablement améliorer les résultats en vision binoculaire: vérifier et appliquer le nomogramme individuel pour la sphère et le cylindre. La correction entrée doit être la correction voulue pour cet œil. Ne pas modifier la valeur Q cible pour le moment. Sélectionner "Zernike". Noter la valeur C4 mentionnée dans le résumé Zernike (fig. 1A). Puis il faut fermer la fenêtre.

Il convient alors d'entrer la valeur Q cible choisie (fig. 1B). Le logiciel met en garde de ne pas dépasser une valeur négative de $Q = -0,6$ (la profondeur d'ablation change lorsqu'on modifie la valeur Q, de ce fait une compensation sphérique est requise). On peut visualiser le changement sur la valeur C4 induite par la modulation du facteur Q (fig. 1C).

Enfin, il faut modifier la sphère cible pour compenser l'effet de la modulation du facteur Q: on choisira une valeur de sphère cible permettant de correspondre au mieux à la valeur C4 de Zernike initiale, avant modification du Q ciblé (correspondant aux taux d'aberrations sphériques; fig. 1D, E et F). Puis il faut confirmer le traitement.

Indications et contre-indications

Les indications standards du PresbyLASIK sont les patients âgés de plus de 43 ans souhaitant ne plus porter de lunettes pour les visions de loin, intermédiaire et de près, et présentant un cristallin clair, une accommodation résiduelle et une possibilité de jeu pupillaire.

Les contre-indications sont, comme pour le LASIK, une anomalie structurale de la cornée (kératocône-globe, opacités cornéennes, érosions cornéennes), une cornée résiduelle calculée à moins de $300 \mu\text{m}$, la présence d'une cataracte, d'une amblyopie, d'une inflammation oculaire, d'un glaucome, d'une pathologie rétinienne ou d'un diabète incontrôlé. Les sécheresses oculaires non contrôlées, le *break-up time* diminué (moins de 2 secondes) et la présence d'une kératite ponctuée superficielle sont également des contre-indications. Un traitement préopératoire par pose de bouchons méatiques sera parfois nécessaire.

Méthodes

La revue de littérature pour cette étude est basée sur une recherche dans les bases de données de PubMed

en utilisant les mots clés "presbyopia" et "Q", pour une période comprise entre 2015 et 2023. La période est volontairement courte et récente, pour s'affranchir des résultats sur les premières études du PresbyLASIK, où les traitements nécessitaient encore des améliorations, et pour exclure les études n'utilisant pas le EX500.

Résultats

La recherche a permis de récolter douze articles, huit ont été retirés: trois étudiaient les lentilles intraoculaires, un étudiait les *inlays*, un étudiait le Presbymax, deux n'étudiaient pas en particulier le custom-Q et un était une revue de la littérature sur les différentes procédures appartenant au PresbyLASIK.

1. Chez l'hypermétrope presbyte (tableau I et fig. 2)

>>> Modification du facteur Q sur l'œil dominé et ajout d'une cible myopique

Yin *et al.* [6] ont étudié le résultat de la modification du facteur Q (avec une cible postopératoire comprise entre $-0,60$ et $-0,80$ D) sur l'œil dominé uniquement, en rajoutant une visée sphérique de $-0,50$ D en plus. Le suivi était de 12 mois. Les résultats sur l'acuité visuelle de loin en binoculaire sont excellents, avec 100 % des patients à 20/20 en échelle d'acuité visuelle de Snellen et 100 % à 20/20 (Snellen) en intermédiaire, mais 70 % des patients à P3 et 30 % à P2. Une perte en vision de près semble provenir de la cible myopique moins importante sur l'œil dominé par rapport aux autres études, mais les auteurs ne rapportent pas de perte de sensibilité au contraste et de détérioration de la vision intermédiaire.

Courtin *et al.* [7] ont étudié le résultat de la modification du facteur Q sur l'œil dominé, uniquement avec un ΔQ entre $-0,6$ et $-0,7$ D, en ajoutant une monovision avec visée myopique sur l'œil dominé dépendant de l'addition nécessaire préopératoire pour voir de près (exemple: hypermétrope de $+2,00$ D avec une addition nécessaire de $+1,75$ en vision de près = $+3,75$ indiqué dans la case sphère dans le planning de traitement). Le suivi était de 6 mois. 91 % des patients avaient une acuité visuelle binoculaire postopératoire à 20/20 (Snellen) de loin et 89 % Parinaud 3 de près en binoculaire. Les résultats sur l'acuité visuelle intermédiaire et sur la sensibilité au contraste ne sont pas disponibles.

Auteurs	Âge moyen (nombre de patients, suivi)	AVNC de loin binoculaire	AVNC intermédiaire binoculaire	AVNC de près binoculaire	Delta Q sur œil dominé, D	Delta SA sur œil dominé, μm
Wang Yin <i>et al.</i> , 2016 [6]	53,84 $\pm$ 4 (138, 12 mois)	$\geq 20/20$ pour 100 %	$\geq 20/25$ pour 100 %	Parinaud 3 ou mieux pour 70 %	-0,7	-0,54 (mesuré sur 6 mm de diamètre)
Courtin <i>et al.</i> , 2016 [7]	56,5 $\pm$ 5,7 (65, 6 mois)	$\geq 20/20$ pour 91 %	NA	Parinaud 3 ou mieux pour 89 %	-0,44	-0,5 (mesuré sur 6 mm de diamètre)
Rouimi <i>et al.</i> , 2019 [8]	53,8 $\pm$ 4,99 (45, 12 mois)	$\geq 20/20$ pour 93 %	NA	Parinaud 3 ou mieux pour 82 %	-0,59	-0,44 (mesuré sur 6 mm de diamètre)
Rahmania <i>et al.</i> , 2021 [9]	56,03 $\pm$ 4,31 (28, 6 mois)	$\geq 20/20$ pour 100 %	$\geq 20/25$ pour 100 %	Parinaud 3 ou mieux pour 100 %	-0,61	-0,07 (mesuré sur 5 mm de diamètre)

Tableau I : Résultats sur les acuités visuelles, le facteur Q et les aberrations sphériques. AVNC : acuité visuelle non corrigée (échelle de Snellen) ; D : dioptries ; Q : facteur d'asphéricité cornéenne ; SA : aberrations sphériques.

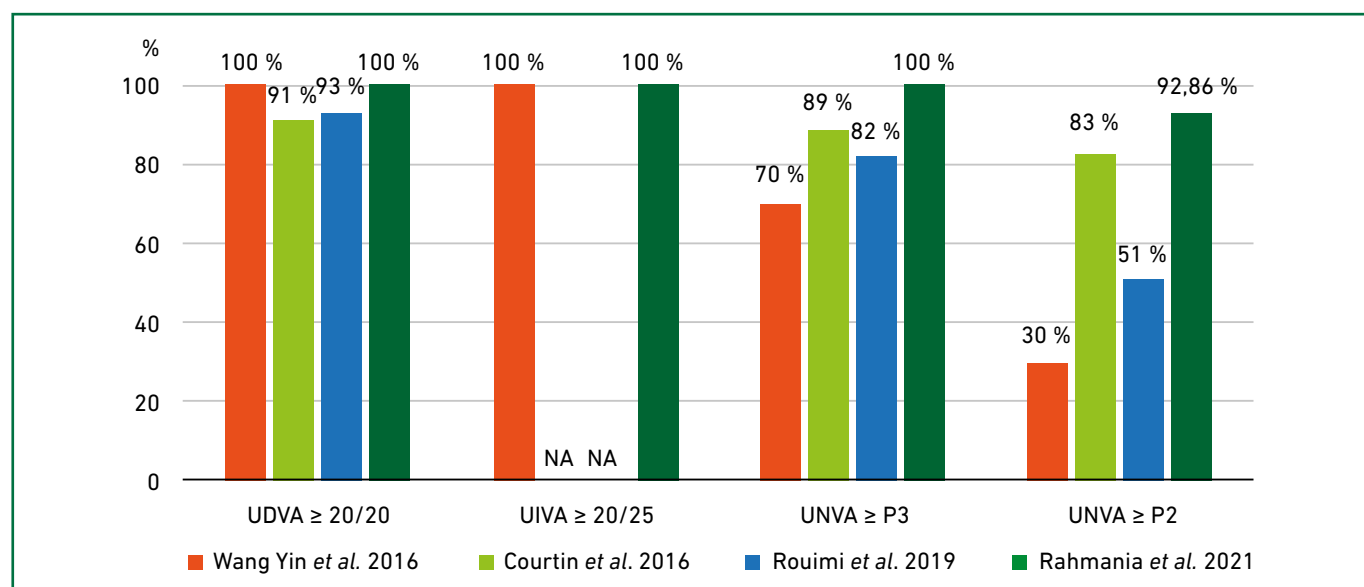


Fig. 2 : Graphique des résultats des acuités visuelles de loin intermédiaire et près au terme du suivi pour chaque groupe étudié. UDVA : acuité visuelle non corrigée de loin (échelle Snellen) ; UIVA : acuité visuelle non corrigée intermédiaire (échelle Snellen) ; UNVA : acuité visuelle non corrigée de près (échelle Parinaud) ; P3 : Parinaud 3 ; P2 : Parinaud 2.

>>> Modification du facteur Q sur l'œil dominé, sans ajout de monovision

Rouimi *et al.* [8] ont étudié les résultats chez les patients hypermétropes de plus de 1,00 D bénéficiant d'un traitement *wavefront optimized* sur l'œil dominant et d'un traitement par custom Q sur l'œil dominé, sans addition de monovision (tous les patients avec un objectif de -0,8 D de Q postopératoire, peu importe le Q préopératoire). Cette formalité semble plus adéquate pour les patients dont l'essai en monovision en consultation/lentille n'est pas du tout concluant.

Les résultats sur l'acuité visuelle de loin, de près et sur le facteur Q et les aberrations sphériques à 12 mois font

apparaître une moins bonne acuité visuelle de près binoculaire chez ces patients (82 % Parinaud 3, 51 % Parinaud 2), mais 100 % des patients recommanderaient cette chirurgie tout de même.

>>> Modification du facteur Q sur l'œil dominé, ajout de monovision et modification du facteur Q sur l'œil dominant avec augmentation du facteur Q

Rahmania *et al.* [9] ont étudié la possibilité d'ajouter à l'œil dominant un léger changement d'asphéricité positif : ajout d'un ΔQ de +0,2, permettant de diminuer la prolaticité cornéenne pour augmenter la qualité visuelle de loin. De plus, la visée de réfraction était de +0,50 D

sur cet œil dominant, compensant alors la modification du facteur Q positive. Sur l'œil dominé, la visée réfractive était de $-2,50$ D et un changement d'asphéricité avec un ΔQ de $-0,6$ était ajoutée au facteur Q préopératoire. La visée réfractive de $-2,50$ D comprenait la monovision et la compensation des aberrations sphériques induites par la modulation du facteur Q. Les patients hypermétropes de plus de $+0,50$ D avec une presbytie nécessitant au moins $+1,25$ D d'addition étaient inclus. Le suivi était de 6 mois.

Les résultats sur l'acuité visuelle de près sont meilleurs qu'avec une cible myopique sur l'œil dominé moins élevée, et les acuités visuelles de loin et intermédiaire en binoculaire semblent non détériorées. Il n'y a pas d'analyse de la sensibilité au contraste dans cette étude.

2. Chez le myope presbyte ou l'emmétrope presbyte

À ce jour, aucune équipe n'a publié de résultats d'un traitement par modulation du facteur Q *via* la plateforme Alcon Wavelight pour le traitement des myopes ou emmétropes presbytes. Les résultats concernant d'autres plateformes modulant les aberrations sphériques semblent bons, quasi similaires au traitement des hypermétropes, la monovision reste nécessaire. Des études semblent indispensables pour aborder la prise en charge de ces patients *via* la plateforme EX500.

Discussion

Les quatre études s'entendent pour dire qu'un facteur Q inférieur à $-0,8$ en postopératoire est délétère pour la qualité visuelle, en accord avec les études antérieures [1-9]. En moyenne, le delta Q programmé est à $0,6$ et le delta Q calculé correspond à celui programmé [6, 8], excepté pour l'étude de Rahmania *et al.* : l'analyse a porté sur 5 mm de diamètre pour cette étude, alors que la planification EX500 analyse sur un diamètre de 6 mm.

Dans l'étude de Yin *et al.*, la modification des aberrations sphériques est plus importante (*fig. 3*), en lien probablement avec la modification du facteur Q également plus importante par rapport aux autres études (soit $0,6$, soit $0,8$ D ; entre $0,44$ et $0,60$ pour les trois autres) et un taux d'aberrations sphériques positif plus important en préopératoire par rapport aux autres équipes. L'étude des aberrations sphériques a porté sur 5 mm de diamètre

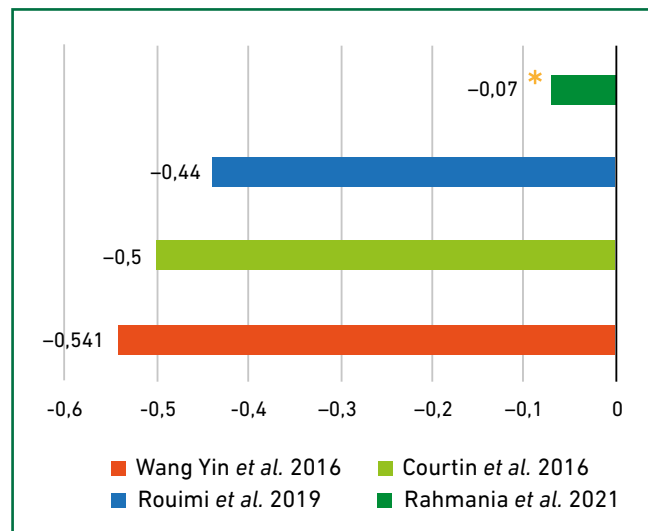


Fig. 3 : Modification du taux d'aberrations sphériques (SA) sur l'œil dominé (SA préopératoires-SA postopératoires) après le traitement avec modulation facteur Q. Toutes sont analysées sur 6 mm de diamètre, exceptée dans l'étude de Rahmania *et al.* où l'analyse a été réalisée sur 5 mm de diamètre (étoile), rendant la comparaison difficile.

pour l'équipe de Rahmania *et al.*, contrairement aux trois autres qui sont sur 6 mm. Il est donc difficile de comparer ce résultat.

La planification associant une monovision à la modulation du facteur Q permet d'améliorer l'acuité visuelle de près. Une monovision de $-1,25$ à $-1,50$ D sur l'œil dominé semble apporter de meilleur résultat en vision de près, sans abaisser la vision intermédiaire [9]. L'écueil est donc de diminuer la qualité de vision de loin et intermédiaire avec une cible myopique majorée et une plus grande différence entre les deux yeux. L'association avec une modulation du facteur Q positive sur l'œil dominant semble ne pas compromettre celles-ci. Mais des études réalisées sur de plus grands échantillons et étudiant également la sensibilité au contraste semblent nécessaires pour statuer sur cette pratique.

Conclusion

La modulation automatisée du facteur Q *via* la plateforme EX500 Alcon Wavelight n'est pas encore d'actualité en France, le chirurgien réfractif doit donc maîtriser les modalités de celle-ci. Les résultats sont excellents en vision de loin, intermédiaire et de près. Le planning de traitement reste simple d'utilisation, la cible Q ne doit pas dépasser $-0,8$ et les modifications sur les aberrations doivent être compensées par une cible myopique. L'ajout

d'une monovision ($> -0,50$ à $-1,50$ D) semble indispensable pour améliorer la vision de près des patients, mais elle peut être modulée au cas par cas en fonction de la tolérance de celle-ci en préopératoire.

Pour plus de prudence, le compromis vision de loin-vision intermédiaire-vision de près devra toujours être expliqué au patient. Une minime modulation du facteur Q pour diminuer la prolaticité de l'œil dominant pourrait améliorer la vision binoculaire de loin des patients, dans les cas où la cible myopique sur l'œil dominé est plus importante.

Bibliographie

1. BENITO A, REDONDO M, ARTAL P. Laser *in situ* keratomileusis disrupts the aberration compensation mechanism of the human eye. *Am J Ophthalmol*, 2009;14 :424-431.
2. CANTÚ R, ROSALES MA, TEPICHÍN E *et al*. Objective quality of vision in presbyopic and non-presbyopic patients after pseudoaccommodative advanced surface ablation. *J Refract Surg*, 2005; 21: S603-S605.
3. GATINEL D, AZAR DT, DUMAS L *et al*. Effect of anterior corneal surface asphericity modification on fourth-order Zernike spherical aberrations. *J Refract Surg*, 2014;30:708-715.
4. AMIGO A, BONAQUE S, LÓPEZ-GIL N *et al*. Simulated effect of corneal asphericity increase (Q-factor) as a refractive therapy for presbyopia. *J Refract Surg*, 2012;28:413-418.
5. YEU E, WANG L, KOCH DD. The effect of corneal wavefront aberrations on corneal pseudoaccommodation. *Am J Ophthalmol*, 2012;153:972-981.
6. WANG YIN GH, McALINDEN C, PIERI E *et al*. Surgical treatment of presbyopia with central presbyopic keratomileusis: One year results. *J Cataract Refract Surg*, 2016;42:1415-1423.
7. COURTIN R, SAAD A, GRISE-DULAC A *et al*. Changes to corneal aberrations and vision after monovision in patients with hyperopia after using a customized aspheric ablation profile to increase corneal asphericity (Q-factor). *J Refract Surg*, 2016;32:734-741.
8. ROUIMI F, OUANEZAR S, GOEMAERE I *et al*. Presbyopia management with Q-factor modulation without additive monovision: One-year visual and refractive results. *J Cataract Refract Surg*, 2019;45: 1074-1083.
9. RAHMANIA N, SALAH I, RAMPAT R *et al*. Clinical effectiveness of laser-induced increased depth of field for the simultaneous correction of hyperopia and presbyopia. *J Refract Surg*, 2021;37:16-24.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

VIVIOR MONITOR: aide à la décision pour les implants Premium compensant la presbytie



P. ROZOT
Clinique Juge, MARSEILLE.
prozot@sfr.fr

Dans les critères de choix des implants Premium utilisés pour compenser tout ou partie de la presbytie interviennent plusieurs éléments : en premier lieu, l'état oculaire avec notamment les contre-indications bien connues – qui ne seront pas décrites ici – aux implants partageant la lumière en différents foyers, donc surtout aux implants multifocaux. Intervient également le type de correction optique portée par le patient, avec en particulier les lentilles pré-cornéennes multifocales, la tolérance ou non aux verres progressifs. Un autre élément important est la connaissance de l'optique des lentilles intraoculaires à proposer, notamment la répartition de l'énergie lumineuse incidente entre les foyers de loin intermédiaires et/ou de près.

Un critère également essentiel, qui nous intéresse ici, est l'habitus dans lequel interviennent les diverses activités en fonction du mode de vie. Cet habitus est évalué habituellement lors de la consultation préopératoire durant laquelle le patient doit bien souvent répondre à

brûle-pourpoint aux questions du chirurgien qui, dans la mesure du possible sur un temps imparti nécessairement limité, va orienter son interrogatoire sur des activités spécifiques pour plus de précision.

Ainsi, il faudra identifier les professions et/ou loisirs sollicitant un haut niveau d'exigence visuelle que ce soit de loin (métiers de l'aviation ou de l'image, tir) ou en vision intermédiaire (activités de peinture ou de musique, avec la lecture d'une partition à 60-80 cm), et enfin les activités de près très précises telles que l'orfèvrerie et le modélisme par exemple. En fonction des activités décrites, le chirurgien aura une idée des zones de vision à privilégier en sachant qu'il existe classiquement 5 zones entre la vision à 30 cm et la vision éloignée (*fig. 1*).

Principe

Dans ce cadre, l'instrument VIVIOR MONITOR propose une analyse objective des zones de vision utilisées de façon à faire le meilleur choix d'implant. Il s'agit d'un instrument d'analyse qui enregistre les conditions visuelles objectives quotidiennes de distance mais également de luminosité ainsi que d'exposition aux ultraviolets et de posture dans le but d'optimiser la sélection des lentilles intraoculaires, en fournissant un rapport permettant de raccourcir la communication avec le patient et en offrant une base de discussion facile à appréhender et à lui faire comprendre grâce aux graphiques générés automatiquement.

Il s'agit d'un dispositif fixé sur une monture de lunettes (*fig. 2*) et équipé de capteurs mesurant la distance, la lumière et la couleur ambiante, mais également d'un accéléromètre, d'un gyroscope et d'un magnétomètre. Les données enregistrées sont transférées sur un cloud

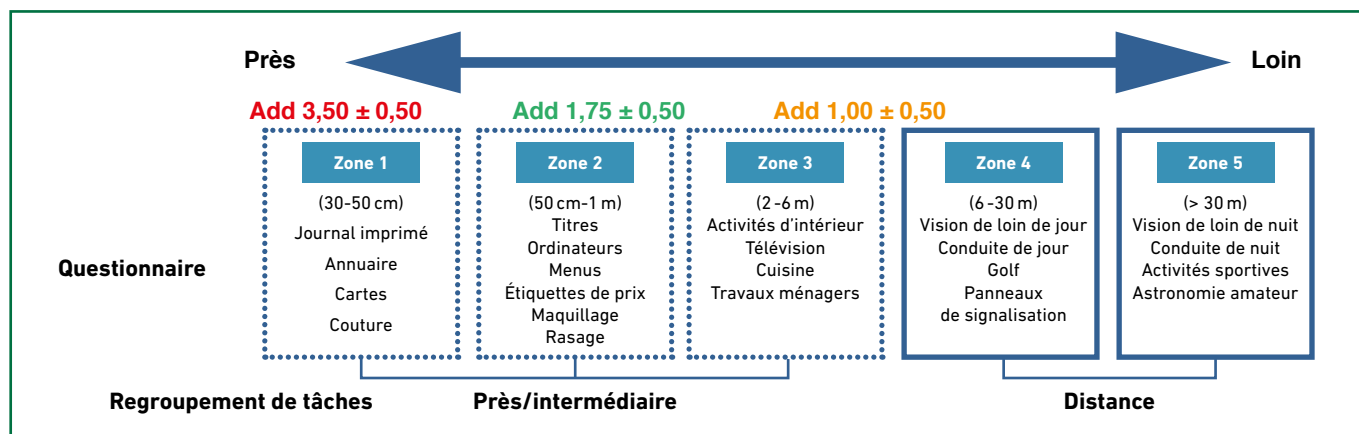


Fig. 1 : Les zones de vision.



Fig. 2 : Le dispositif.

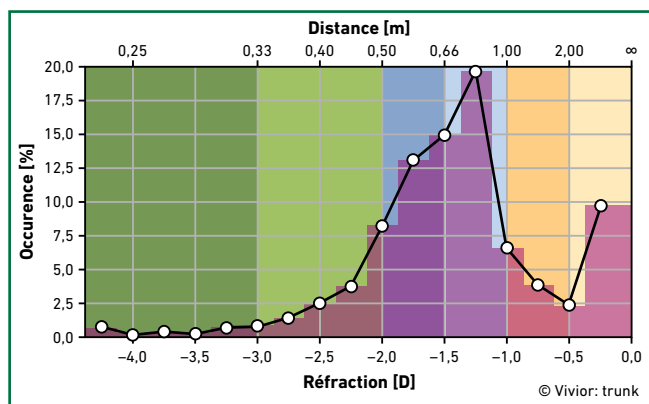


Fig. 3 : Graphique de répartition des distances de vision.

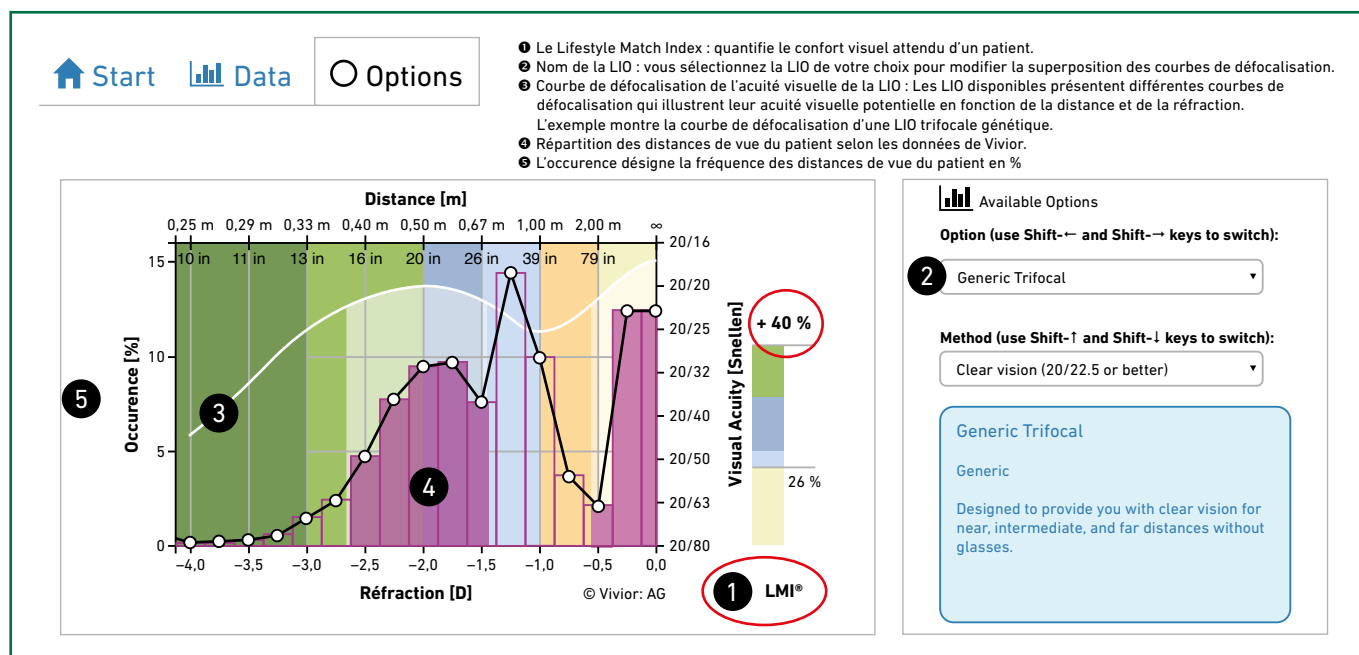


Fig. 4 : Graphique de répartition de distances de vision avec étude de concordance implant par le LMI.

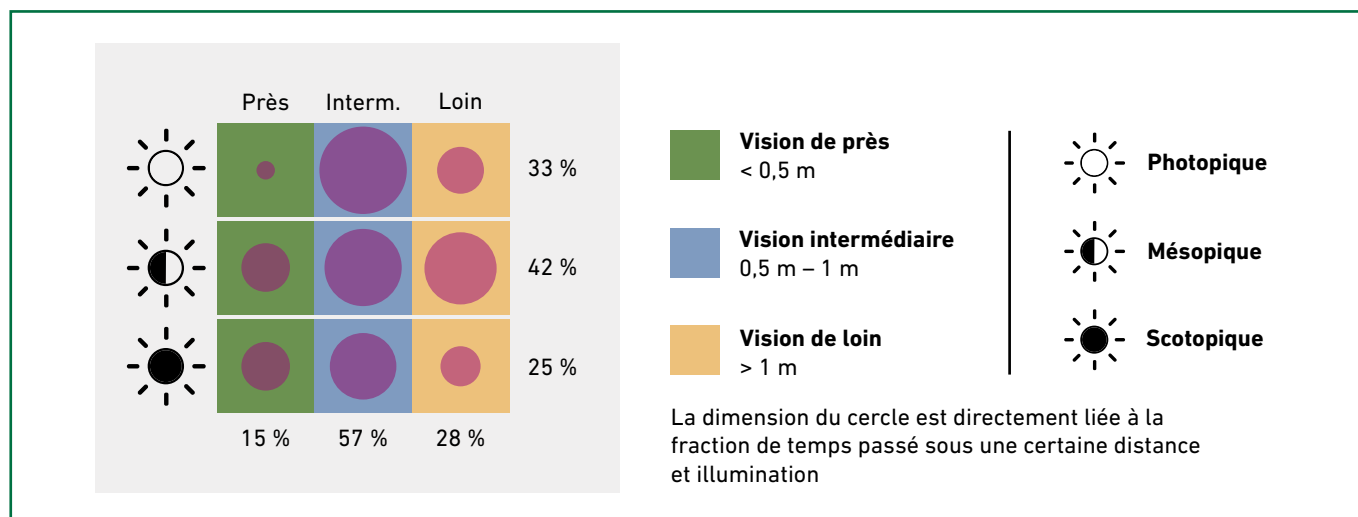


Fig. 5 : Graphique de répartition illumination/distance.

une fois que le dispositif a été rapporté puis converties en informations sur le comportement du patient grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle. Le dispositif collecte 36 heures de données en analysant les distances d'utilisation de la fonction visuelle tout en captant l'ambiance lumineuse et en enregistrant la position de la tête et ses mouvements. Les données sont ensuite mises à disposition du chirurgien sous forme de graphique de deux types : soit selon les distances fonctionnelles, soit selon l'illumination.

Concernant les graphiques d'utilisation des différentes distances de vision qui fournissent la fréquence des distances de vue en pourcentage tout au long de la journée (fig. 3), il est également possible de superposer la courbe de défocalisation d'un implant, qu'il soit monofocal, à profondeur de champ, bifocal ou trifocal, en pré-sélectionnant la lentille de son choix sur l'application. Il en ressort un indice d'adéquation appelé LMI (*Lifestyle Match Index*) qui permet de choisir au mieux l'implant donnant la meilleure correspondance d'utilisation des distances pour être le moins dépendant possible des

lunettes (fig. 4). Le deuxième type de graphique donne la répartition d'illuminations (fig. 5) en fonction des distances (loin, intermédiaire et près), ce qui peut permettre également d'affiner les caractéristiques optiques des lentilles intraoculaires à utiliser (implants diffractifs apodisés par exemple).

Conclusion

Ce nouvel outil, non utilisé encore en France à ce jour du fait de l'absence de distributeur, présenté récemment à l'ESCRS 2022 (Cummings), peut permettre de mieux cibler les indications des implants intraoculaires compensant la presbytie en apportant une part objective d'analyse des conditions de vie d'un patient afin de lui faire correspondre l'implant le plus adapté à sa situation et en évitant la subjectivité d'un questionnaire souvent rudimentaire présenté au cours de la simple consultation préopératoire.

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

LUXSMART™

P R É C H A R G É



IMPLANT HYDROPHOBE PRÉCHARGÉ
À PROFONDEUR DE CHAMP
Pour la vision au quotidien



BAUSCH + LOMB
Mieux voir. Mieux vivre.

LuxSmart: l'implant aberrodesigné



M. DELBARRE

Hôpital d'Instruction des armées Percy, CLAMART.
delbarremaxime@gmail.com

De nos jours, les patients ont des attentes élevées en postopératoire de chirurgie de cataracte et souhaitent souvent une indépendance des lunettes, pour la vision de loin et de près. L'offre des implants pour corriger la presbytie s'est largement diversifiée ces dernières années.

Les implants multifocaux ont été conçus pour offrir simultanément une bonne vision de loin et de près, mais peuvent être associés à des phénomènes photiques et nécessitent donc une sélection très méticuleuse des patients. Ainsi, les implants monofocaux sont encore ceux les plus utilisés lors d'une chirurgie de cataracte.

Les implants à profondeur de champ étendue (EDOF) sont conçus pour compenser la presbytie en assurant une indépendance des lunettes pour la vision intermédiaire, tout en minimisant les phénomènes photiques comme l'éblouissement ou les halos. Un inconvénient potentiel est une diminution de la qualité de l'image rétinienne si la quantité d'aberrations est excessivement élevée.

Design de l'implant LuxSmart

L'implant LuxSmart (Bausch + Lomb GmbH, Berlin, Allemagne) est un implant asphérique monobloc à quatre points d'appui en matériau hydrophobe (fig. 1). Son optique est de 6 mm pour un diamètre total de

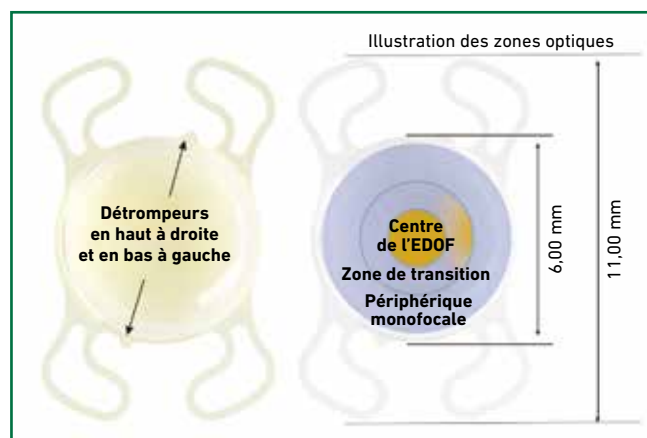


Fig. 1 : Design de l'implant LuxSmart.

11 mm et avec un design à bord carré sur 360° afin de réduire l'incidence de l'opacification de la capsule postérieure. Il est préchargé et passe par une incision supérieure ou égale à 2,2 mm.

Benard *et al.* ont découvert que la combinaison d'aberrations sphériques (AS) d'ordre 4 et 6 de signes opposés augmente la profondeur de champ [1, 2]. Les AS de 4^e ordre (Z 4,0) augmentent théoriquement la profondeur de champ d'environ 0,88 D et les AS de 6^e ordre (Z 6,0) d'environ 2 D [3]. Les deux AS combinées de signe opposé induisent une profondeur de champ d'au moins 1,5 D, cela signifie que, mathématiquement, une vision nette serait possible de 57 cm à l'infini [4].

Schmid *et al.* ont analysé le front d'onde de cet implant sur banc d'optique. Ils ont trouvé une augmentation des AS de 4^e ordre négatif de $-0,27 \mu\text{m}$, des AS de 6^e ordre positif de $0,25 \mu\text{m}$ et des AS de 8^e ordre négatif de $-0,14 \mu\text{m}$ [3]. Toute augmentation des AS peut théoriquement réduire dans une certaine mesure la vision des contrastes [5, 6].

Ces aberrations d'ordre supérieur sont localisées dans la zone centrale de 2 mm de l'optique de l'implant. Cette zone est entourée d'une zone de transition brevetée qui contrôle les aberrations sphériques de la zone centrale et la

trajectoire des rayons lumineux afin d'éviter une perte de lumière [3]. La partie périphérique est monofocale asphérique *aberration-free*. La périphérie vise à maintenir la sensibilité au contraste avec de grandes pupilles.

La gamme dioptrique s'étend de +6,00 à +10,00 D (par pas de 1,00 D), de +10,50 à +30,00 D (par pas de +0,50 D) et de +31,00 à +34,00 D (par pas de 1,00 D). Cet implant est disponible avec ou sans filtre violet. Il existe une version torique.

Performances visuelles de l'implant LuxSmart

Nous avons comparé l'implant LuxSmart à un implant monofocal. Le groupe LuxSmart était composé de 30 yeux de 15 patients, le groupe monofocal était composé de 34 yeux de 17 patients. L'âge moyen était de $72,3 \pm 6,9$ ans (de 58 à 78 ans) dans le groupe LuxSmart et de $74,9 \pm 8,4$ ans (de 63 à 90 ans) dans le groupe monofocal. L'équivalent sphérique préopératoire moyen était de $+1,56 \pm 2,24$ (de -2,00 à +5,5 D) dans le groupe LuxSmart et de $-0,06 \pm 1,87$ (de -4,38 à +4,13 D) dans le groupe monofocal.

L'équivalent sphérique moyen postopératoire était respectivement de $-0,23 \pm 0,61$ D (de -1,25 à +1,00 D) et $0,19$

$\pm 0,65$ D (de -1,25 à +1,25 D) dans le groupe EDOF et dans le groupe monofocal. 67 % des patients du groupe EDOF avaient un équivalent sphérique postopératoire compris entre $\pm 0,50$ et $\pm 1,00$ D pour 93 % d'entre eux. 65 % des patients du groupe monofocal avaient un équivalent sphérique postopératoire compris entre $\pm 0,50$ et $\pm 1,00$ D pour 88 % d'entre eux.

L'acuité visuelle binoculaire de loin du groupe LuxSmart était sans correction (UDVA) de $0,04 \pm 0,06$ LogMAR et avec correction (CDVA) de $0,0 \pm 0,05$ LogMAR. L'acuité visuelle intermédiaire sans correction (UIVA) était de $0,07 \pm 0,1$ LogMAR et de près sans correction (UNVA) de $0,30 \pm 0,1$ LogMAR (fig. 2).

L'acuité visuelle binoculaire de loin du groupe monofocal était sans correction de $0,06 \pm 0,11$ LogMAR et avec correction de $-0,03 \pm 0,05$ LogMAR. L'acuité visuelle intermédiaire sans correction était de $0,33 \pm 0,17$ LogMAR et de près sans correction de $0,36 \pm 0,12$ LogMAR (fig. 2). Les acuités visuelles binoculaires non corrigées intermédiaires et de près étaient significativement supérieures dans le groupe LuxSmart.

Campos *et al.* ont retrouvé des performances supérieures pour la vision intermédiaire et de près non corrigée pour

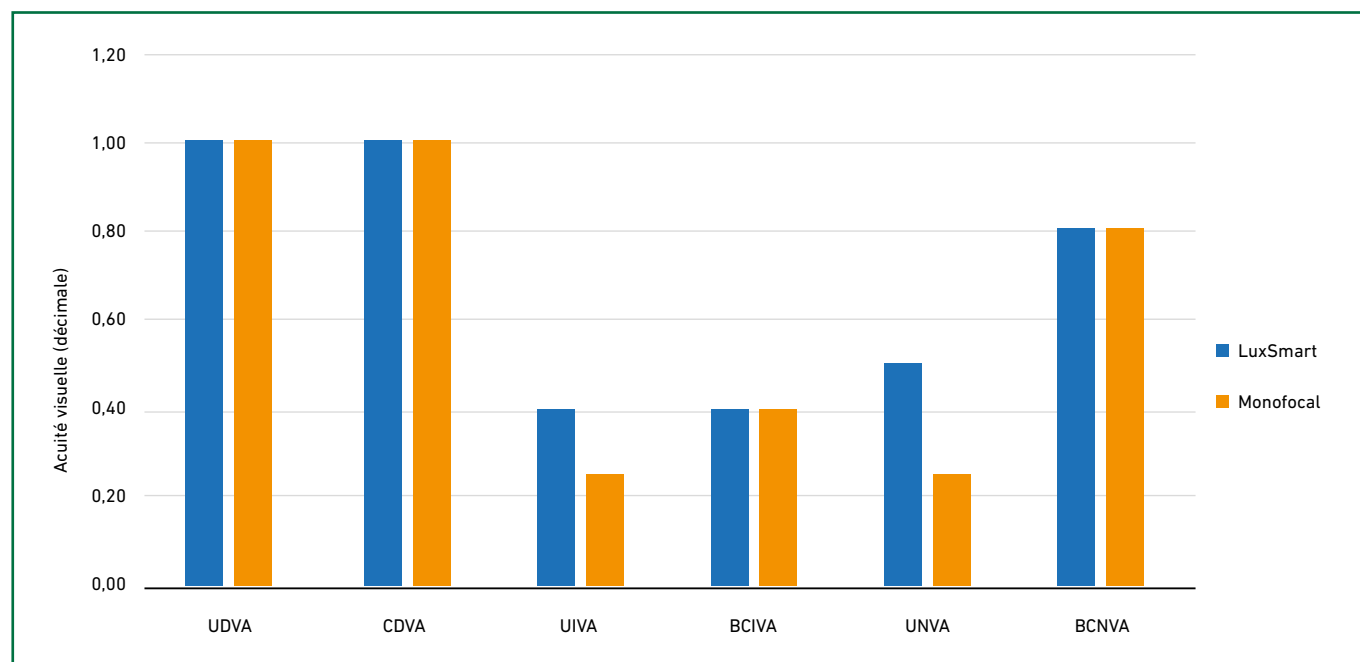


Fig. 2 : Acuité visuelle binoculaire (décimale). UDVA : *uncorrected distance visual acuity*; CDVA : *corrected distance visual acuity*; UIVA : *uncorrected intermediate visual acuity*; CIVA : *corrected intermediate visual acuity*; UNVA : *uncorrected near visual acuity*; CNVA : *corrected near visual acuity*.

l'implant LuxSmart par rapport à un implant monofocal, sans augmenter le risque de phénomènes photiques [7]. Ils concluent que l'implant LuxSmart offre une meilleure vision intermédiaire qu'un implant monofocal, sans compromettre la vision de loin.

Tahmaz *et al.* rapportent que l'implant LuxSmart atteint des valeurs élevées pour l'UDVA et la CDVA, qui sont comparables aux implants monofocaux, et que la prévisibilité de l'acuité visuelle de loin est également comparable à celle d'un implant monofocal [8]. Dans leur série, les patients qui ont reçu un implant LuxSmart ont obtenu une acuité visuelle binoculaire non corrigée d'au moins 20/32 Snellen (0,2 LogMAR) dans 100 % des cas pour l'UDVA et dans 96 % des cas pour l'UIVA. L'astigmatisme cornéen est fortement corrélé à une diminution de l'acuité visuelle postopératoire. Les auteurs suggèrent donc d'utiliser la variante torique pour les yeux présentant un astigmatisme cornéen > 0,75 D.

Dans notre série, les courbes de défocalisation binoculaire différaient significativement entre l'implant LuxSmart et l'implant monofocal. À 0,2 LogMAR, la profondeur de champ de l'implant LuxSmart était de 2,1 D (fig. 3). La profondeur de champ de l'implant monofocal était de 1,25 D. L'implant EDOF fournit une "pseudo-accommodation" plus grande de 0,85 D, soutenant la vision intermédiaire.

Les résultats du questionnaire d'évaluation subjective de la qualité de vision de McAlinden n'ont pas montré de différence significative entre les patients du groupe LuxSmart et le groupe monofocal [9]. Les patients du

groupe EDOF avaient un score moyen de $112,53 \pm 5,2$ (de 103 à 120) et les patients du groupe monofocal un score moyen de $115,23 \pm 4,9$ (de 106 à 120).

Les phénomènes visuels les plus fréquemment rapportés par les patients du groupe LuxSmart étaient le *glare* (4/15 patients, soit 26,6 %) et la fluctuation visuelle (5/15 patients, soit 33,3 %) sans différence statistiquement significative avec le groupe monofocal, dans lequel 17,65 % (3/17 patients) et 41,18 % (7/17 patients) se plaignaient respectivement de *glare* et de fluctuation visuelle. Deux patients du groupe LuxSmart (13,33 %) ainsi que deux patients du groupe monofocal (11,76 %) se sont plaints de halos à l'interrogatoire, sans différence significative entre les deux groupes.

Idéalement, les implants EDOF devraient améliorer les performances visuelles intermédiaires et de près, tout en affectant le moins possible la vision de loin. L'augmentation de la profondeur de champ peut entraîner une diminution de la qualité visuelle. En particulier, si les aberrations optiques sont trop importantes, elles peuvent être responsables d'une réduction de la qualité de l'image de loin. L'impact des aberrations optiques de haut degré sur les performances visuelles est plus important en ambiance mésopique et négligeable en ambiance photopique [1]. Azor *et al.* ont retrouvé que l'implant LuxSmart montre, sur banc optique, une dépendance pupillaire, avec un *shift* myopique d'environ - 1,00 D pour une pupille de 2 mm [10]. Cela permet ainsi d'améliorer la vision de près lors du myosis réactionnel de la syncinésie de la vision de près [10].

Le design de l'optique de l'implant LuxSmart est inévitablement dépendant de l'asphéricité cornéenne [11]. La topographie cornéenne peut jouer un rôle important pour poser une indication d'implant EDOF, en détectant les aberrations de haut degré (HOA) cornéennes anormalement élevées, les kératocônes ou les cornées opérées au laser. Bien qu'il n'existe pas de lignes directrices concernant les valeurs seuils d'HOA pour l'implantation des implants EDOF, les yeux avec des HOA cornéennes anormalement élevées ne sont probablement pas une bonne indication.

Conclusion

La zone centrale de 2 mm de cet implant est conçue pour augmenter la profondeur de champ et, dans notre

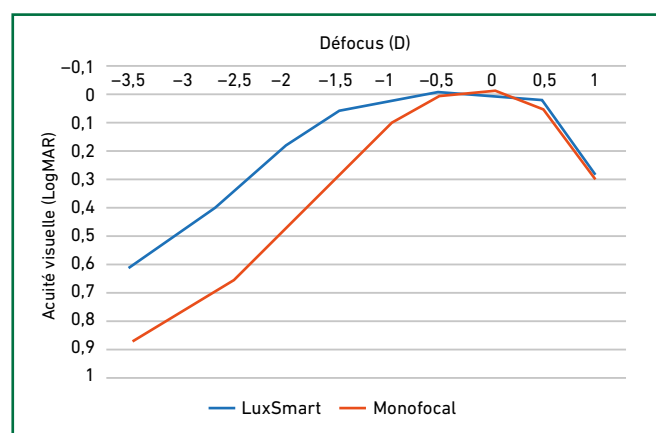


Fig. 3 : Courbe de défocalisation binoculaire.

expérience, nous avons de bons résultats. L'implant LuxSmart est une option attrayante pour les patients qui souhaitent être indépendants des lunettes pour la vision de loin et la vision intermédiaire après une chirurgie de la cataracte.

Bibliographie

1. BENARD Y, LOPEZ-GIL N, LEGRAS R. Optimizing the subjective depth-of-focus with combinations of fourth- and sixth-order spherical aberration. *Vision Res*, 2011;51:2471-2477.
2. BENARD Y, LOPEZ-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;36:2129-2138.
3. SCHMID R, BORKENSTEIN AF. Analysis of higher order aberrations in recently developed wavefront-shaped IOLs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2022;260:609-620.
4. BORKENSTEIN AF, BORKENSTEIN E-M, LUEDTKE H *et al*. Optical Bench Analysis of 2 Depth of Focus Intraocular Lenses. *Biomed Hub*, 2021;6:77-85.
5. PIERS PA, MANZANERA S, PRIETO PM *et al*. Use of adaptive optics to determine the optimal ocular spherical aberration. *J Cataract Refract Surg*, 2007;33:1721-1726.
6. ÁGUILA-CARRASCO AJD, READ SA, MONTÉS-MICÓ R *et al*. The effect of aberrations on objectively assessed image quality and depth of focus. *J Vis*, 2017;17:2.
7. CAMPOS N, LOUREIRO T, RODRIGUES-BARROS S *et al*. Preliminary clinical outcomes of a new enhanced depth of focus intraocular lens. *Clin Ophthalmol*, 2021;15:4801-4807.
8. TAHMAZ V, SIEBELMANN S, KOCH KR *et al*. Evaluation of a novel non-diffractive extended depth of focus intraocular lens - first results from a prospective study. *Curr Eye Res*, 2022;47:1149-1155.
9. MCALINDEN C, KHADKA J, PESUDOV K. A comprehensive evaluation of the precision (repeatability and reproducibility) of the Oculus Pentacam HR. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011;52:7731-7737.
10. AZOR JA, VEGA F, ARMENGOL J *et al*. Optical assessment and expected visual quality of four extended range of vision intraocular lenses. *J Refract Surg*, 2022;38:688-697.
11. SCHUSTER AK, TESARZ J, VOSSMERBAEUMER U. Ocular wavefront analysis of aspheric compared with spherical monofocal intraocular lenses in cataract surgery: Systematic review with metaanalysis. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:1088-1097.

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

EDOF, implants multifocaux : panorama des implants disponibles en 2023



P. BOUCHUT
Clinique Thiers, BORDEAUX.
pierre.bouchut1@gmail.com

La chirurgie du cristallin reste l'acte chirurgical le plus pratiqué en France en 2023, avec plus de 800 000 procédures par an. Cette chirurgie, bien codifiée et très sûre, permet de traiter la cataracte qui reste, sans traitement, une des causes majeures de cécité dans le monde. Les techniques chirurgicales permettent une réhabilitation visuelle très rapide et non douloureuse.

Depuis quelques années, une dimension réfractive est associée à l'acte curatif. En effet, après l'intervention, le patient peut obtenir une réfraction quasi emmétrope et bénéficier d'une prise en charge de la presbytie. En l'absence de contre-indication générale (neurologique, métabolique...) ou de contre-indication ophtalmologique (glaucome avéré, rétinopathie diabétique sévère, dégénérescence maculaire, neuropathie optique...), le patient peut se voir proposer une implantation de cristallins artificiels qui peuvent lui apporter une vision sans lunettes bien supérieure à celle qu'il n'a jamais eue, même avant sa cataracte.

De nombreux implants sont à la disposition du chirurgien et un panorama des plus fréquemment posés est nécessaire, afin de mieux appréhender leurs capacités optiques pour optimiser leurs indications. Il est

important de distinguer les implants selon leurs principes optiques et les effets obtenus en clinique sur la réfraction.

Les implants EDOF et multifocaux tendent à une prise en charge de la presbytie par des moyens optiques différents, avec des résultats qui doivent être comparés par catégories d'optiques. Ces implants ont pour objectif une vision de loin et intermédiaire sans correction ainsi qu'une vision de près fonctionnelle, mais qui peut, dans certains cas, s'appuyer sur une correction optique supplémentaire pour la vision de près la plus fine.

Les implants monofocaux EDOF (Extended Depth Of Focus)

De par leur définition, il s'agit avant tout d'implants monofocaux qui vont bénéficier d'une technologie optique supplémentaire permettant un effet de profondeur de champ. Il ne s'agit pas à proprement parler d'implants de presbytie, mais d'implants qui vont augmenter la profondeur de champ par rapport à un implant monofocal classique. Ce sont donc des "monofocaux plus".

Ils ont l'avantage de pouvoir être implantés comme les implants monofocaux, avec les mêmes indications et contre-indications. Ils n'entraînent pas de baisse de contrastes, ne diffractent pas la lumière et entraînent des phénomènes photiques comparables aux monofocaux classiques. Leur mode d'action repose sur des modifications légères de l'asphéricité de leur optique, modifications qui sont soit localisées, soit sur toute la surface de l'optique.

Ces implants sont bien entendu efficaces sur la vision de loin sans correction, sous réserve d'une emmétropie sphérocyindrique postopératoire. La profondeur de champ obtenue est variable, de l'ordre de 0,75 à 1,25 D équivalent sphérique. Les résultats dépendent, outre du

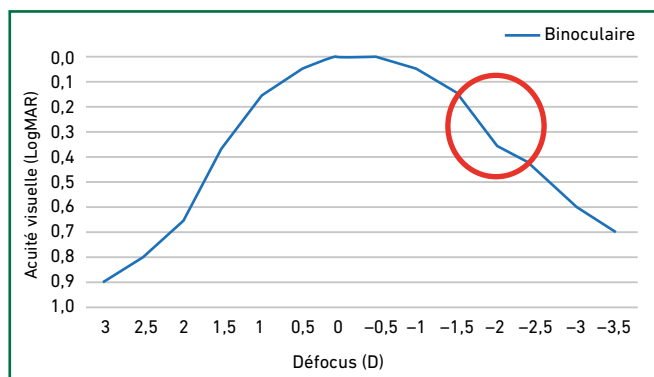


Fig. 1 : Courbe de défocus générale ICB.

résultat réfractif final, de la taille pupillaire, de l'asphéricité cornéenne initiale (seuls 80 % des cornées natives sont prolates), de la kératométrie et d'autres facteurs comme l'intégration corticale.

Le bas niveau des asphéricités proposées garantit pour la plupart des patients une absence d'effets visuels délétères induits, l'implant permet une meilleure vision intermédiaire qu'un implant monofocal classique. Les patients sont généralement plus à l'aise pour la vision d'un tableau de bord ou pour la vision d'un écran situé à 80 cm de distance (*fig. 1*).

Ces implants existent en version torique, qu'il est nécessaire de proposer pour tout astigmatisme cornéen préopératoire supérieur à 0,5 D, afin d'optimiser la vision sans correction optique. Dans certains cas, une micro-monovision peut être proposée et associée.

Ils sont pour certains accessibles sans co-paiement, au prix d'un monofocal classique. Les principaux implants monofocaux EDOF actuellement à disposition sont : ICB Eyhance de Johnson & Johnson, Isopur de PhysiOL, Extend de Hanita, Elon de Medicontur, Zoe de Cutting Edge, Vivinex Impress de Hoya.

Les implants EDOF

Cette catégorie d'implants a pour objectif une autonomie plus prononcée vis-à-vis d'une correction optique pour la vision de près. L'appellation EDOF (même si, dans l'absolu, elle répond à des critères minimums définis) reste une appellation marketing qui regroupe des implants très différents quant aux principes optiques, mais aussi aux résultats visuels apportés. Beaucoup

d'implants sont désormais "marketés" EDOF sans que cela soit un label bien défini.

Il est donc nécessaire de regrouper ces implants EDOF en plusieurs sous-catégories, qui vont correspondre aux principes optiques et aux résultats visuels engendrés.

1. Les EDOF non diffractifs

Ce sont des implants proposés pour la prise en charge de la presbytie, offrant un continuum de vision, de la vision de loin jusqu'à une vision de près fonctionnelle, sans présenter les effets délétères qui peuvent être rencontrés avec les implants diffractifs, à savoir principalement la perte de contraste et les halos. Les EDOF n'ont pas les contre-indications des implants diffractifs.

Ces implants EDOF peuvent ainsi être proposés chez des patients qui présentent des anomalies mineures de rétine (membrane épirétinienne paucisymptomatique, maculopathie liée à l'âge non décompensée, rétinopathie diabétique équilibrée sans maculopathie majeure) ou du nerf optique (hypertonie oculaire ou glaucome bien équilibré sans atteinte campimétrique).

>>> Les EDOF asphériques

Ce sont des implants qui présentent, sur l'ensemble de leur surface optique, des modifications d'asphéricité et parfois une association à un réseau réfractif. Certains proposent des associations d'aberrations optiques opposées (LuxSmart de Bausch + Lomb et Synthesis Plus de Cutting Edge), des associations d'aberrations d'optiques de signe opposé (Miniwell de Sifi), une optique axicon et réfractive (Lucidis de Swiss; *fig. 2*).

L'objectif de ces implants est ambitieux avec des modifications d'asphéricité importantes pour les premiers, pouvant procurer une vision de près utile grâce à des effets d'asphéricité variant de 1,5 à 2,25 D d'équivalent sphérique. Ils sont très performants sur les simulations au banc optique.

En clinique pratique, ces optiques sont efficaces mais l'importance des modifications d'asphéricité peut conduire à des effets délétères sur la vision de loin. Cela peut entraîner des pertes de meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) mal prédictibles chez un certain nombre

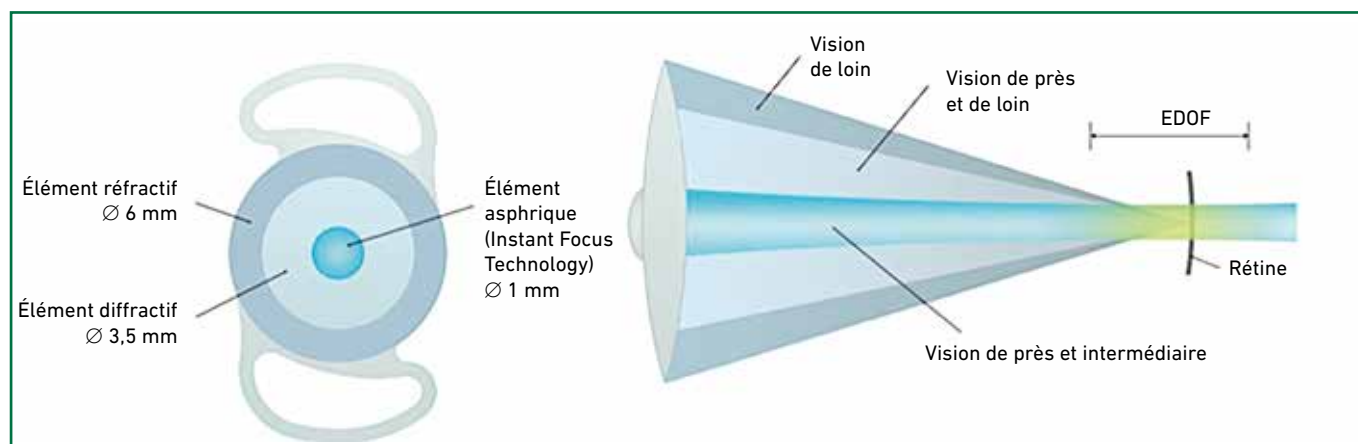


Fig. 2 : Lucidis d'Axicon.

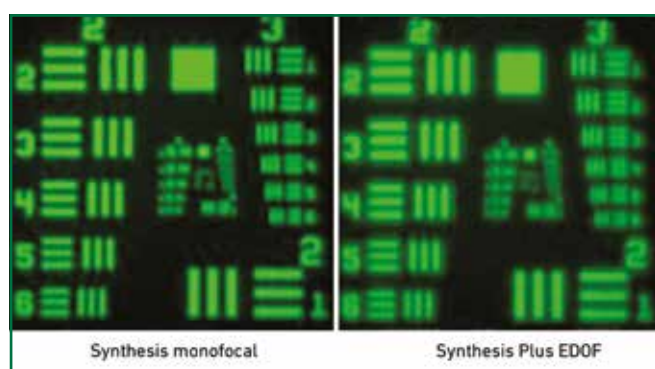


Fig. 3 : Qualité de vision avec pupille 4,5 mm.

de patients. Les pertes de vision sont décrites comme une vision floue à toute distance, sans halos vrais ni perte de contraste, mais non améliorée par des verres. Ces effets dépendent parfois de la kératométrie, mais aussi de la pupillométrie dynamique du patient et probablement de son asphéricité cornéenne initiale (fig. 3).

Ces implants sont plutôt proposés à des patients qui recherchent une certaine autonomie aux verres après chirurgie de cataracte, mais sans exigence sur leur vision de loin ni sur leurs attentes en vision de près, du fait du manque de prédictibilité des résultats.

>>> Les EDOF à optique Wavefront Shaping

Il s'agit d'une nouvelle génération d'optique qui se caractérise par un effet dit de *Wavefront Shaping*, grâce à une zone d'asphéricité centrale qui étire et ralentit le faisceau visuel, permettant une profondeur de champ. Développée par Alcon sur l'implant Vivivity, cette optique

propose un équivalent sphérique théorique de défocus de 1,5 D. Ces modifications permettent de contrôler les aberrations optiques qui ne sont ainsi pas délétères pour la vision de loin, tout en apportant un confort d'une vision intermédiaire efficace et surtout d'une vision de près à distance dite en "bout de bras". Le Parinaud 3 est généralement retrouvé à 40-50 cm. L'association d'une micro-monovision peut améliorer les performances de près sans trop altérer la vision de loin (fig. 4 et 5).

La prédictibilité de cet implant lui permet d'être présent à part entière sur la liste des implants prenant en charge la presbytie.

>>> Les EDOF à optique réfractive de faible addition

Une faible addition diminue les effets photiques et un traitement sectoriel réfractif de faible addition (Lentis Comfort de Topcon) peut être proposé. Cet implant permet des résultats visuels assez prédictifs, avec un équivalent d'addition de 1,25 D qui permet une vision intermédiaire augmentée et une préservation de la MAVC de loin.

2. Les EDOF à optique diffractive de faible addition

Ces implants reprennent le principe des implants diffractifs avec des critères d'asphéricité, de compensation des aberrations chromatiques, de répartition de l'énergie lumineuse et d'addition qui diminuent les effets photiques délétères des implants multifocaux diffractifs plus anciens et qui permettent une vision continue de loin jusqu'à une vision fonctionnelle de près.

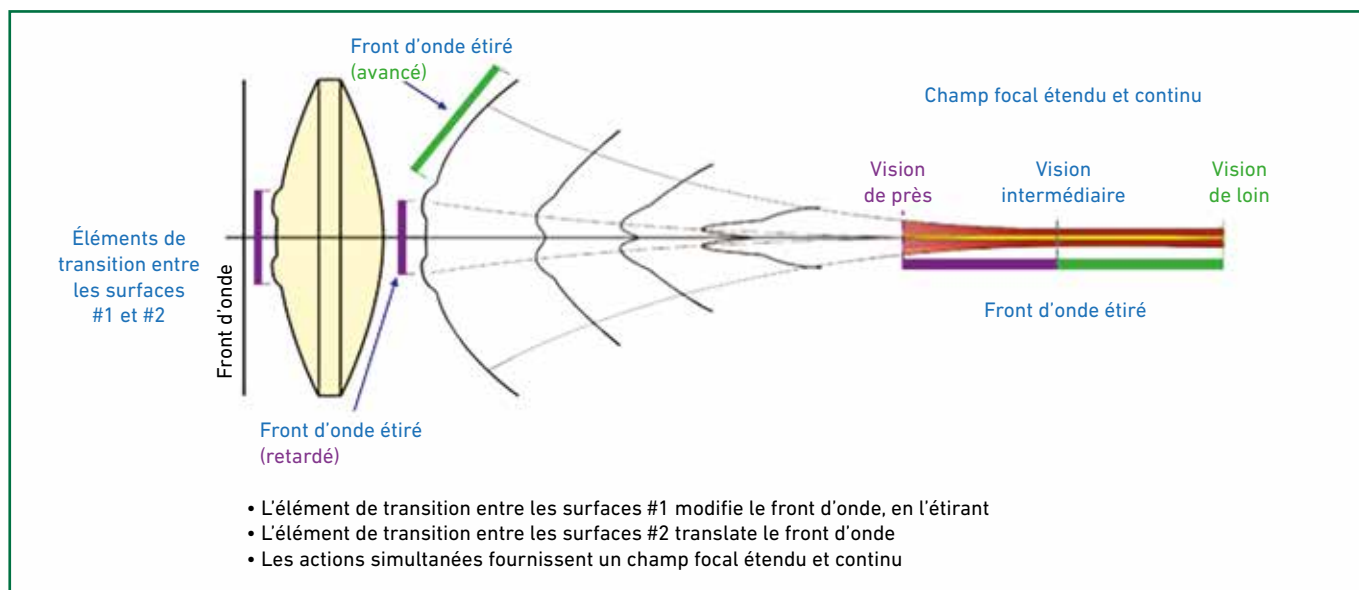


Fig. 4.

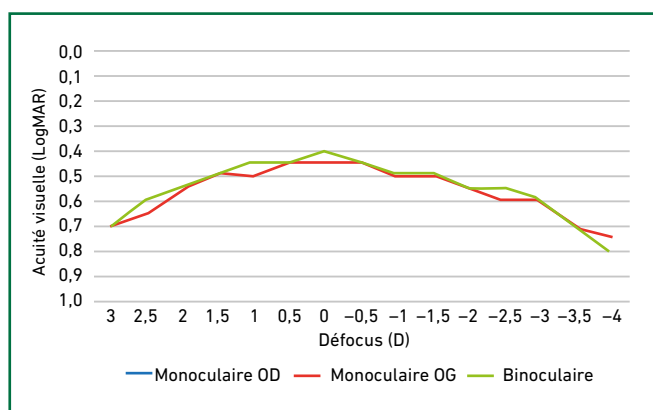


Fig. 5: Courbe de défocus Vivity.

Ces implants sont très prédictifs dans leurs résultats, mais présentent cependant des effets photiques modérés et donc les mêmes contre-indications que les implants diffractifs. Ils procurent néanmoins une qualité de vision de loin légèrement supérieure à ces derniers. Ils sont représentés par le Symphony de Johnson & Johnson, l'AT Lara de Zeiss et le Bunny Active de Hanita Lenses.

3. Les EDOF par effet "trou sténopéique"

Ce principe optique bien connu permet une augmentation efficace et performante de la profondeur de champ. L'implant IC8 en est l'exemple. Les avantages principaux sont la simplicité de l'optique et l'absence d'effets photiques, la qualité de la vision de nuit ou en faible

luminance est néanmoins altérée par la perte d'intensité lumineuse induite par la faible ouverture liée au *pinhole*.

Les implants multifocaux EDOF

Ce sont les implants diffractifs de nouvelle génération qui associent de nombreuses améliorations de leurs optiques, afin de procurer une vision étendue de la vision de loin à l'obtention du P2 à 40 cm. Ces implants polyfocaux présentent des courbes de défocus plus plates que leurs prédécesseurs, avec une vision > LogMAR 2 à toutes distances.

Les implants sont trifocaux (Synergy de Johnson & Johnson, FineVision Triumf de BVI, Vivinex Gemetric de Hoya), quadrifocaux trifocalisés (PanOptix d'Alcon) ou pentafocaux (Intensity de Hanita). D'autres utilisent la technologie du contraste de phase (Symbiose Mid et Symbiose Plus de Cristalens; *fig. 6*).

Les évolutions des nouvelles optiques sont variables et parfois spécifiques à chaque implant. Les pertes de contraste sont limitées, notamment par le biais des foyers multiples qui récupèrent les faisceaux lumineux d'ordre 1 et 2, et qui ne sont pas utilisés par l'ordre 0 ou par des foyers non utilisés.

Le traitement asphérique des marches diffractives participe à l'amélioration de la qualité de vision. Le

Monofocal EDOF	EDOF	EDOF	EDOF	EDOF	EDOF	Multifocaux EDOF
Monofocal PLUS	EDOF asphériques ou axicon	EDOF Wavefront Shaping	Réfractif faible addition	EDOF diffractif faible addition	Pinehole	Diffractif
ICB Eyhance Isopure Elon Impress Zoe Extend	Miniwell LuxSmart Synthesis+ Lucidis	Vivity	Lentis Comfort	Symfony AT LARA Bunny Active	IC8	PanOptix Synergy FineVision Triumf Gemetric Symbiose

Tableau I.

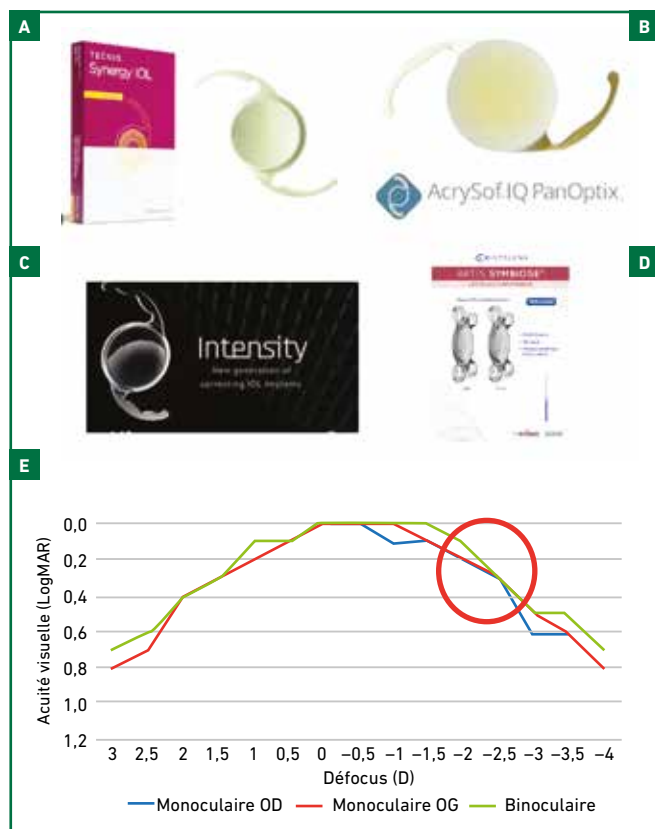


Fig. 6A : Synergy de Johnson & Johnson. B : PanOptix d'Alcon. C : Intensity de Hanita. D : Symbiose de Cristalens. E : Courbe de défocus Symfony.

traitement des aberrations chromatiques permet un meilleur confort visuel et une meilleure précision réfractive. Certains implants utilisent la technique du contraste de phase pour améliorer la qualité de vision et s'utilisent par paires.

Ils sont très prédictibles, ce sont des implants diffractifs dont les contre-indications doivent être respectées (atteintes maculaires ou neuropathies présentes avérées).

Pour une optimisation des résultats et un bon confort en vision de loin, l'obtention d'une emmétropie sphéro-cylindrique est requise. L'utilisation des versions toriques pour des astigmatismes $> 0,5$ D est indispensable afin de minimiser les effets photiques et garder une excellente vision de loin.

Conclusion

Le chirurgien dispose aujourd'hui d'un arsenal multiple et efficace dans la prise en charge de la presbytie lors de la chirurgie du cristallin. Chaque implant apporte une solution technique différente et des résultats différents. Il faut donc bien s'attacher à connaître la technologie des implants pour en appréhender les résultats cliniques qui peuvent être obtenus et ainsi proposer aux patients l'implant en adéquation avec ses attentes (**tableau I**).

Il faut cependant se rappeler qu'un bon résultat implique des biométries précises, une chirurgie sans incident et, en dehors des contre-indications éventuelles rétinienne ou du nerf optique, une qualité de surface cornéenne compatible avec les espérances du patient. L'intégration corticale reste peut-être aujourd'hui le dernier paramètre le plus délicat à apprécier.

L'auteur a déclaré être consultant pour Alcon, Johnson & Johnson et Hanita.

EDOF et multifocaux : quels implants pour quels patients ?



F. COSTANTINI

Centre ophtalmologique Étoile, PARIS.
florentcostantini@gmail.com

Contexte

1. Quels implants ?

C'est une véritable jungle ! Monofocal, monofocal plus, bifocal, EDOF, EDOF premium, trifocal, quadrifocal... Je m'arrête là. Il est loin le temps où nous avions chacun un ou deux monofocaux, notre torique préféré et un implant premium. Comment ne pas se sentir perdu ? Si, comme le martèlent les différents laboratoires, les technologies sont novatrices et donc différentes, les indications et la sélection des patients doivent, elles aussi, être spécifiques. Force est de constater que peu d'informations sont fournies à ce sujet par les fabricants.

2. Quels patients ?

On a tous entendu dire que "l'important est de bien sélectionner le patient". Nous ne pouvons qu'être d'accord. Mais quand la discussion se poursuit, arrive souvent la phrase suivante : "Surtout, pas de patients trop exigeants." Or il se trouve que, bien souvent, les patients "non exigeants" sont ceux qui sont très heureux avec une implantation monofocale et une paire de lunettes pour lire P2. Serions-nous condamnés à ne rien proposer de "premium" aux patients qui, justement, ont cette demande que nous appelons exigence ?

L'idée, pour moi, est de proposer un schéma simple, avec des critères simples, pour arriver à résoudre l'équation suivante : patient x + implant y = deux heureux (le patient et le chirurgien). Je dis "moi" car vous verrez que, dans cet article, j'ai fait le choix délibéré de dire "je".

En effet, sur cette problématique précise, je veux ici vous présenter ce que "je" fais. Pas d'hubris là-dedans, bien au contraire. Je suis certain qu'il existe des approches totalement différentes qui fonctionnent parfaitement bien. Simplement, lorsque l'on m'a confié ce sujet, j'ai pensé qu'il serait plus intéressant de parler de mon expérience et cette dernière pourrait constituer non pas un dogme mais, bien au contraire, une prise d'escalade pour démarrer ce débat passionnant.

Classification des implants premiums

J'aime beaucoup le travail fait par le Dr Radhika Rampat pour tenter de classer les implants en fonction de leur dénomination et de leur technologie [1] (*fig. 1*). Si l'on s'intéresse de façon plus aiguisée encore aux sous-catégories des principes optiques utilisés, je ne peux que vous recommander la lecture des excellents travaux de Jean-Pierre Rozenbaum, qui s'est efforcé de lever le voile marketing et a plongé avec brio au cœur de chacun des implants [2].

Une chose à retenir ici, selon moi, les zones de recouvrement sont nombreuses. Il est très difficile de délimiter des frontières nettes entre monofocaux plus, EDOF et multifocaux. Ainsi, dans une démarche de simplification et pour illustrer mon propos, je prends ici la liberté d'utiliser les appellations suivantes :

- implant monofocal : pour désigner un implant monofocal pur sans reste à charge pour le patient ;
- EDOF : pour désigner un implant à extension de la profondeur de champ, avec un reste à charge pour le patient de moins de 100 € ;

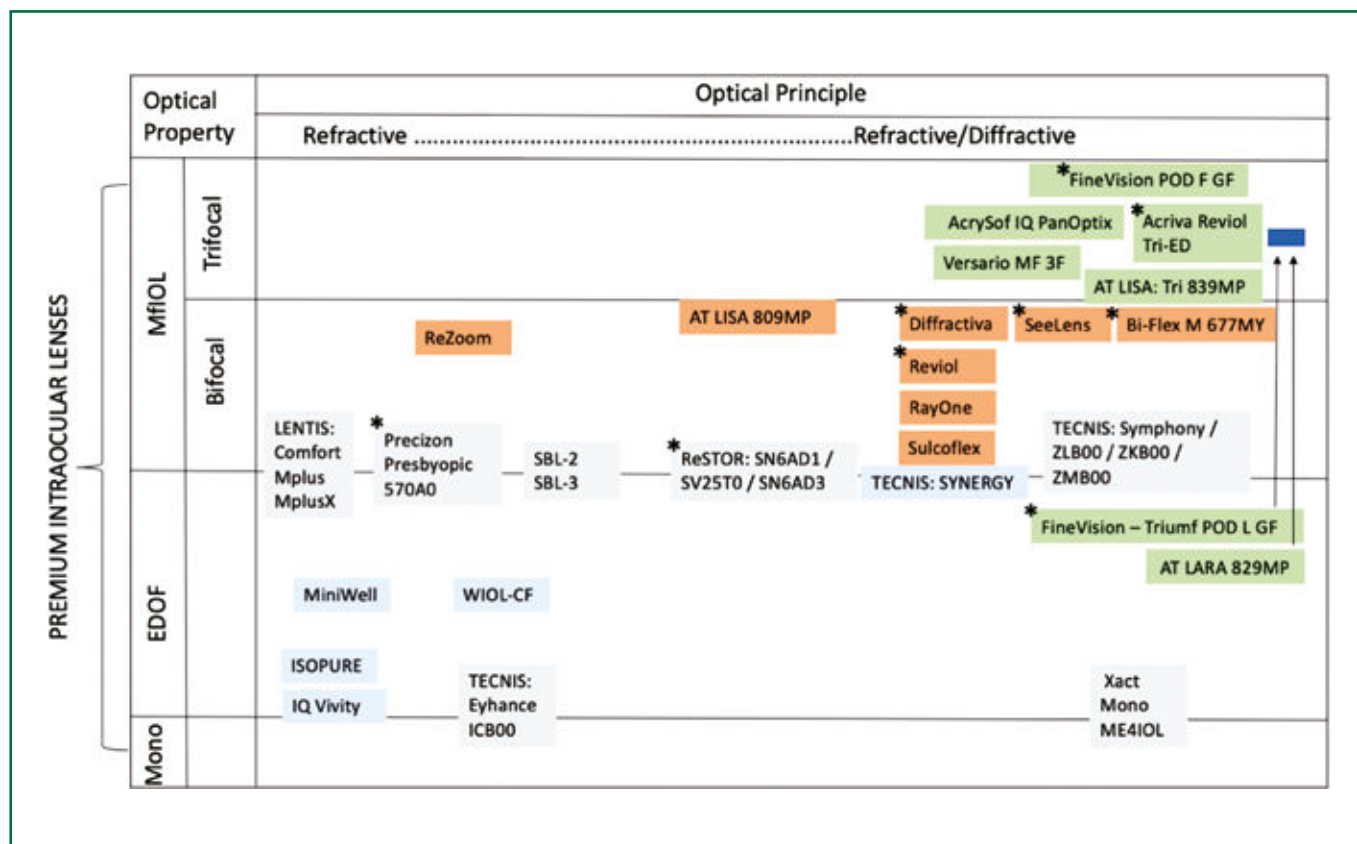


Fig. 1 : D'après [1].

- EDOF premium: pour désigner un implant à extension de la profondeur de champ de dernière génération, avec un reste à charge élevé (supérieur à 100 €) pour le patient;
- multifocal: pour désigner un implant multifocal de dernière génération, avec un reste à charge élevé pour le patient.

Deux critères de sélection simples : l'amétropie et les capacités financières du patient

1. L'amétropie

La première chose que je fais, quand je m'assois en face d'un patient atteint de cataracte, est d'essayer de me faire une idée précise de son histoire réfractive. Je me méfie des amétropies d'indice, secondaires à l'opacification du cristallin. Lorsque je n'ai pas accès à l'antécédent du dossier, je pose toujours la même question : "À l'âge de 20 ou 30 ans, portiez-vous des lunettes ? "

Je traiterai à part les deux cas de chirurgie de la cataracte après chirurgie réfractive cornéenne, multifocale ou non.

2. Les capacités financières du patient

En tant que chirurgiens réfractifs, nous vivons, il faut bien le dire, une époque formidable. Non seulement des technologies nouvelles aux limites de plus en plus repoussées arrivent sans cesse, mais les combinaisons entre ces mêmes techniques paraissent infinies. Il est à parier que, dans les années à venir, nous irons vers des stratégies chirurgicales de plus en plus intriquées, avec des stratégies d'association d'une composante photo-ablative à un geste de phacoémulsification.

La contrepartie de ce bond en avant est que le reste à charge patient est, et sera, de plus en plus sollicité. Ce n'est absolument pas un détail dans la balance et j'ai donc choisi cet élément comme deuxième critère déterminant mon choix d'implantation.

Maintenant que le contexte et les bases sont posés, commençons ensemble ce tour d'horizon.

La question de l'astigmatisme

Évacuons ce point rapidement. L'astigmatisme n'est ni plus ni moins qu'une variation de la puissance optique de l'œil selon ses différents méridiens. Pour être très clair, laisser un patient astigmatique en postopératoire de cataracte revient donc à le laisser amétrope sur un méridien. En chirurgie premium, cela n'est pas envisageable.

Je retiens comme indication d'implantation torique tout astigmatisme cornéen régulier de plus de 1,25 dioptrie. Quasiment toutes les plateformes EDOF ou multifocales ont, aujourd'hui, leur version torique. Il n'y a donc aucune raison de s'en priver.

Le sujet myope (équivalent sphérique supérieur ou égal à -1 dioptrie)

Je n'utilise jamais la solution de la multifocalité chez le sujet myope. Je ne suis pas en train de dire que cela ne fonctionne jamais, je souligne simplement que, dans ma pratique et à ma connaissance, c'est là que les résultats en termes de "satisfaction patient" sont les moins bons.

Je recherche tout d'abord l'existence d'une anisotropie naturelle ou induite par la cataracte elle-même. Si cette dernière est de l'ordre d'au moins 1 dioptrie, alors je cherche à m'appuyer dessus pour envisager une monovision, en laissant une cible réfractive négative sur l'œil dominé, bien entendu. Sinon, je cible tout simplement une myopie de -2 dioptries en bilatéral, en expliquant au patient que nous améliorerons sa vision de loin d'un facteur $x = \text{myopie initiale} / 2$ et, de plus, il sera relativement à l'aise en vision de près (fig. 2).

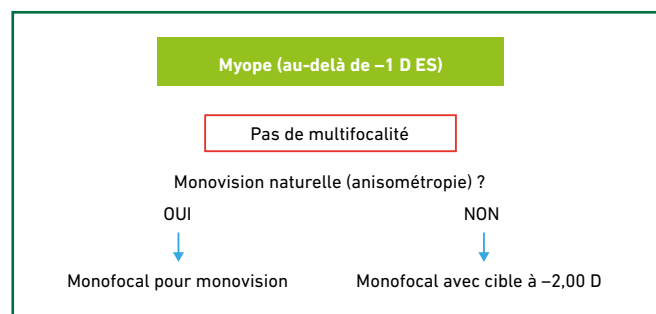


Fig. 2.

Le sujet hypermétrope (équivalent sphérique supérieur ou égal à +1 dioptrie)

Nous sommes ici, selon moi, dans le royaume de la multifocalité et de l'EDOF. Les hypermétropes sont, de très loin, les meilleurs candidats à ce type d'implantation. Le facteur tranchant est donc ici la capacité financière du patient.

Il y a, comme nous le disions, une véritable jungle d'implants possibles. Il est quasiment impossible pour un chirurgien de les connaître tous. De fait, je recommande fortement de sélectionner un ou deux implants EDOF et un ou deux multifocaux. Quand je dis de sélectionner, je veux dire par là d'en acquérir une réelle expérience. Les forces, les faiblesses, la manipulation, le positionnement, la personnalisation de la constante A sont quelques-uns des critères importants à maîtriser parfaitement.

En respectant mes définitions précédentes, en cas de largesse financière, je vais préférer une implantation multifocale ou EDOF premium, en recherchant l'emmétropie bilatérale. Dans le cas d'un budget limité, je vais privilégier une solution EDOF simple avec, si besoin, un effet synergique d'une minimonovision (fig. 3).

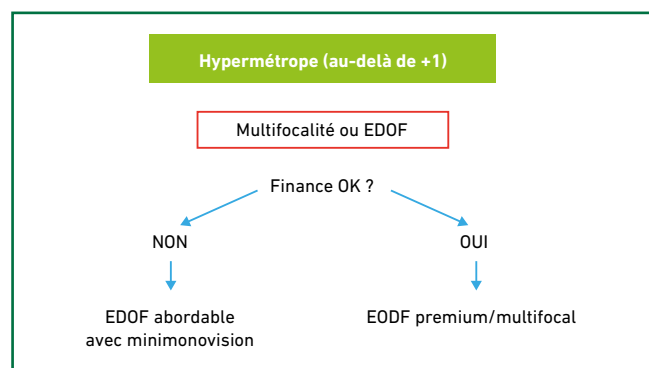


Fig. 3.

Le sujet emmétrope (équivalent sphérique supérieur ou égal à +1 dioptrie)

Ma réflexion sur le sujet emmétrope est proche de celle sur l'hypermétrope avec, néanmoins, deux petites subtilités. Premièrement, je fais moins facilement le choix de la multifocalité. Un emmétrope vrai, ce qui est rare, a une excellente qualité visuelle de loin (en partant du principe que le niveau de cataracte n'est pas majeur). Ce n'est pas

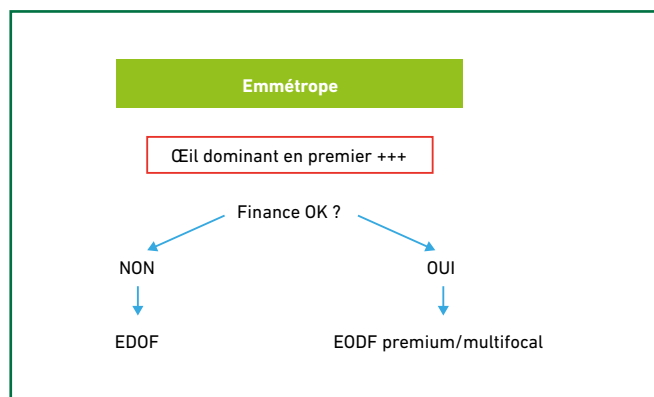


Fig. 4.

vrai chez l'hypermétrope de plus de 60 ans. J'ai donc un penchant plus facile chez l'emmétrope pour les implants EDOF en essayant de diminuer, autant que faire se peut, les effets visuels secondaires.

Deuxièmement, j'attache un soin particulier à commencer par l'œil dominant. Je pars du principe que, lorsqu'un patient pousse la porte de ma consultation, c'est, dans son esprit, pour atteindre le fameux graal du 10/10. Il est donc plus aisé de lui offrir cela en commençant par l'œil dominant, car c'est bien l'œil où j'appuierai le moins sur la pédale de la pénalisation, pour offrir une profondeur de champ. Une fois le résultat postopératoire obtenu, je suis alors à même de pouvoir plus facilement jauger le niveau de pénalisation que j'appliquerai sur l'œil dominé sachant, de plus, que c'est bien sur cet œil que la marge de manœuvre est la plus importante (fig. 4).

Post-chirurgie réfractive cornéenne

Cette situation est, et sera, de plus en plus fréquente. Bien évidemment, l'historique, l'étude soigneuse des topographies cornéennes et l'aberrométrie sont des éléments précieux. Néanmoins et toujours en insistant ici sur ma volonté de simplification, mon expérience retrouve de très bons résultats avec une implantation EDOF bifocale réfractive.

J'attire votre attention sur une possibilité élégante qui est bien souvent oubliée, les implants en *piggyback*. En effet, cette solution permet de proposer, sous conditions anatomiques satisfaisantes, une multifocalité facilement réversible. L'implantation peut être proposée en

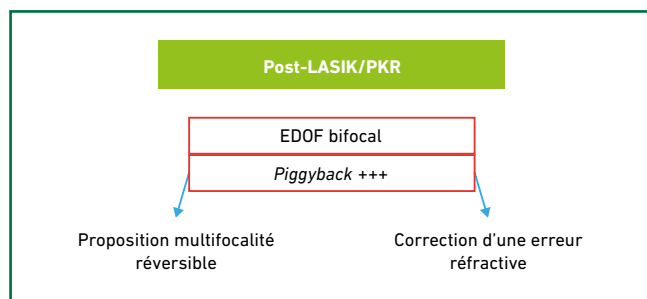


Fig. 5.

un temps (implantation d'un implant monofocal dans le sac capsulaire et d'un implant multifocal dans le sulcus au cours de la même chirurgie), comme c'est souvent le cas en Allemagne, ou bien en deux temps. Cela permet alors de tester *in vivo* l'option multifocale sur des cornées photoablatées, avec l'assurance d'une explantation plus facile et moins risquée si besoin.

Le choix de la formule de calcul est bien évidemment crucial et, là encore, l'option *piggyback* est séduisante car elle permettra de venir corriger une éventuelle erreur réfractive résiduelle en postopératoire, et ce, sans risquer d'altérer la profondeur de champ obtenue par une implantation premium dans le sac (fig. 5).

Post-chirurgie Presbylasik

Quasiment toutes les plateformes aujourd'hui proposent un traitement "cocktail" de multizone et modification d'asphéricité. Lorsque cela est possible, il est toujours bon d'obtenir l'antériorité et de connaître le traitement utilisé. Les topographies pourront bien évidemment nous y aider.

Je veux là encore rester simple et donc insister sur trois points : premièrement, je suis méfiant sur l'ajout d'une multifocalité intraoculaire à une multifocalité cornéenne. J'écarte donc systématiquement toute implantation multifocale sur un patient ayant bénéficié d'un Presbylasik. Deuxièmement, si un effet de monovision est repérable et marqué, je m'appuie dessus et essaie de le potentialiser pour arriver à un résultat optimal. Troisièmement, en cas d'emmétropie ou non, l'implantation bifocale marche très bien sur ces patients.

Là encore, pensons à l'option *piggyback* pour la correction d'une erreur réfractive éventuelle (fig. 6).

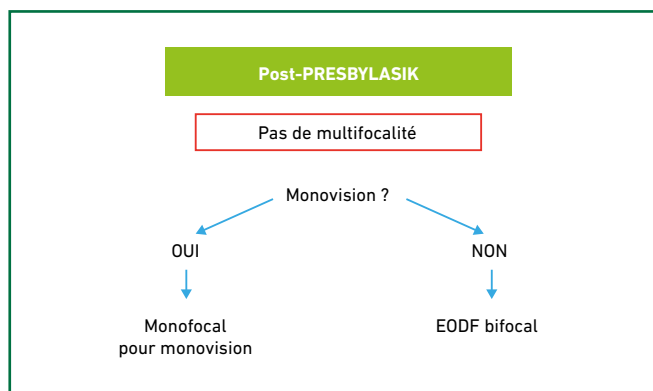


Fig. 6.

Conclusion

Il existe trois types de mensonges dans la vie d'un ophtalmologiste : les petits mensonges, les grands mensonges et les courbes de défocus. L'important n'est pas de suivre telle ou telle approche théorique, mais bien de choisir une voie à votre main qui vous a convaincu par votre propre expérience. Le doute est, je pense, un des facteurs principaux d'échec en chirurgie réfractive. Expérimentez et validez vos propres approches. Il n'y a

pas qu'une seule vérité en chirurgie réfractive, c'est heureux et passionnant.

Bibliographie

1. RAMPAT R, GATINEL D. Multifocal and Extended Depth-of-Focus Intraocular Lenses in 2020. *Ophthalmology*, 2021;128:e164-e185.
2. ROZENBAUM JP. Comprendre les implants EDOF et multifocaux pour faire les bons choix ! *Les Cahiers d'Ophtalmologie*, 2022;252:35-38.

Pour en savoir plus

- ALIÓ JL. Cataract surgery after presby-LASIK, Monovision is always a good choice in these patients. *CRSTG Europe Edition*, 2012.
- BUCCI FA. Compare and contrast visual outcomes and patient satisfaction of post LASIK patients receiving multifocal, EDOF, and monofocal IOLs. *ASCRS 2020 Virtual Annual Meeting*.
- KIM JW, EOM Y, YOON EG *et al.* Increased near vision spectacle dependence of patients with preoperative myopia after mix-and-match implantation of trifocal EDOF and trifocal IOLs. *J Refract Surg*, 2021;37:746-753.
- RAVIV T. Choosing an IOL after LASIK, The cases are challenging, but the patients have a better grasp of premium technologies than the average individual. *CRSToday*, 2014.

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

Comment répondre à une demande de multifocalité chez un patient déjà opéré de chirurgie réfractive ?



D. MONNET
Ophtalmopôle Cochin PARIS.
Université Paris Cité
dominique.monnet@aphp.fr

La question de la compensation de la presbytie se pose de plus en plus souvent lors de la chirurgie de la cataracte. L'utilisation des implants multifocaux nécessite toujours une sélection minutieuse des patients, mêlant critères objectifs et subjectifs, qui permet, au décours, des niveaux d'indépendance en verres correcteurs proches de 100 %. Les patients préalablement opérés de chirurgie réfractive posent des questions spécifiques et l'utilisation des implants compensant la presbytie (PCIOLs) dans cette population nécessite des précautions particulières. Nous allons décrire les différentes étapes indispensables à la gestion de ces patients particuliers, notamment dans les cas d'indications d'implants multifocaux ou d'EDOF.

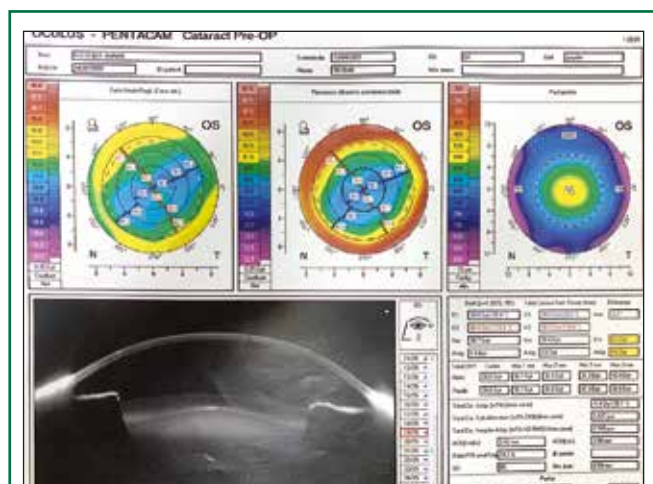
La population des patients opérés de chirurgie réfractive, atteignant l'âge de la cataracte, augmente régulièrement et on l'estime désormais à plusieurs millions de patients [1]. La motivation dans cette population à ne plus porter de verres correcteurs après leur chirurgie de cataracte est particulièrement haute, ce qui nous oblige à une réflexion, au cas par cas, afin de répondre à leurs attentes.

Prise en charge et examens nécessaires

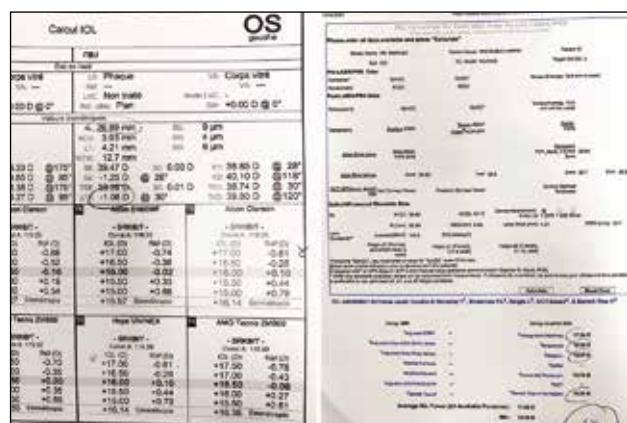
La consultation commencera par un examen classique de la fonction visuelle et de l'anatomie oculaire complété volontiers d'un examen maculaire et péripapillaire en OCT. Rien ne diffère réellement de patients "naïfs" de toute chirurgie préalable à ce stade. On prêterait toutefois une attention particulière aux symptômes de sécheresse oculaire et à l'état de la surface oculaire qui peut avoir été affecté par la chirurgie cornéenne préalable, par la section des nerfs cornéens. Dans les cas les plus sévères et non améliorables, il s'agit d'une contre-indication à l'utilisation d'implants multifocaux.

La réalisation d'une topographie cornéenne et d'une aberrométrie est fortement conseillée lorsque l'on propose des PCIOLs, et deviennent indispensables dès lors que le patient a bénéficié d'une chirurgie réfractive cornéenne au préalable [2]. De plus, certains patients peuvent omettre de vous signaler cet antécédent chirurgical que la topographie cornéenne par ses aspects caractéristiques vous aidera à repérer (*encadré 1*). La topographie vous permettra également d'identifier un astigmatisme régulier et irrégulier, une éventuelle ectasie cornéenne débutante. À cette occasion, une estimation de la cornée postérieure pour mieux juger de l'astigmatisme total est également préférable. Cela est désormais possible par tomographie cornéenne (*scheimpflug, OCT swept source*); une estimation de la puissance cornéenne totale devient plus précise [3, 4].

Certains éléments sont ainsi à connaître pour bien analyser la topographie et ses conséquences. Une chirurgie réfractive cornéenne entraîne une modification de la puissance cornéenne antérieure, de l'indice de réfraction



Examen préopératoire d'une patiente consultant pour chirurgie de la cataracte 2^e œil, après chirurgie cornéenne de myopie "non avouée". Pentacam Oculus montrant un profil oblate, un astigmatisme relativement régulier.



- Biométrie IOL Master 700 objectivant une longueur axiale > 26,5 mm définissant une myopie forte.
- Calcul d'implant contrôlé sur le site de l'ASCRS avec multiformules.
- Patiente opérée avec un implant EdoF Vivify T3 de 17,5 dioptries
- Acuité visuelle post opératoire de 10/10 P3 sans correction

Encadré 1 : Cas clinique exemplaire.

cornéen et, à des degrés divers, des aberrations optiques de bas et haut degrés [5].

Après chirurgie de la myopie, le profil cornéen est asphérique de type **oblate**, c'est-à-dire plus plat au centre et plus cambré en périphérie cornéenne. Ce profil génère donc des aberrations sphériques positives. À l'inverse, une chirurgie de l'hypermétropie entraîne un profil de type **prolate**, c'est-à-dire plus bombé en son centre qu'en périphérie (le rayon de courbure diminue du sommet vers la périphérie). Les aberrations

sphériques induites sont donc négatives. Les aberrations sphériques négatives sont assez favorables à l'augmentation de la profondeur de champs et sont d'ailleurs le principe de fonctionnement de nombreux implants dit EDOF réfractifs.

Rappelons qu'il n'y a pas de relations directes et proportionnelles entre les profils cornéens et le taux d'aberrations sphériques qui dépendent également d'autres facteurs (diamètre pupillaire, entre autres). L'aberrométrie s'avère donc indispensable pour compléter l'examen topographique. En effet, cette mesure permet, d'une part de quantifier le taux d'aberrations sphériques, mais également de mesurer les aberrations optiques de hauts degrés (HOAs). Il est classiquement admis qu'un taux d'HOAs supérieur à 1 micron peut perturber le bon fonctionnement d'un implant multifocal et qu'au-delà de 3 microns, l'utilisation d'implants multifocaux est vouée à l'échec. La correction de l'astigmatisme doit être systématique dès lors qu'on identifie une part régulière (encadré 1).

Les difficultés liées au calcul d'implants

L'objet de cet article n'est pas de traiter des difficultés liées au calcul d'implant après chirurgie réfractive, mais de rappeler les sources d'imprécision. Il s'agit de proposer quelques étapes simples pour éviter les erreurs réfractives postopératoires, mal tolérées en cas d'utilisation de PCIOLs. En effet, après une chirurgie réfractive de type Lasik ou PKR, plusieurs des paramètres cornéens utilisés par la plupart des formules de calcul sont modifiés. Ainsi, l'index de réfraction cornéen n'est plus constant, la proportionnalité entre la courbure apicale et la périphérie cornéenne est largement modifiée, le parallélisme entre la cornée antérieure et postérieure n'est plus respecté. L'ensemble conduit à une erreur d'une part de la kératométrie mesurée à 3 ou 4 mm de l'apex cornéen, d'autre part d'une erreur de la position effective de l'implant (ELP) estimée à partir des valeurs kératométriques, ce qui entraîne une double source d'erreurs.

Il est donc préférable d'utiliser une formule de calcul qui estime l'ELP de manière indépendante à la kératométrie (type Haigis, ou barrett true K) ou d'utiliser la méthode dite "double K d'Aramberri" : la kératométrie précédant la chirurgie réfractive est utilisée pour estimer l'ELP, et

la kératométrie post-chirurgie réfractive actuelle pour estimer la puissance cornéenne [6, 7]. En intégrant toutes ces précautions, Alfonso *et al.* rapportent des résultats d'acuité visuelle de près et de loin comparables à ceux obtenus chez des patients sans antécédent de chirurgie réfractive [1, 2].

En pratique, l'utilisation d'implants multifocaux requiert une bonne précision réfractive postopératoire et l'absence d'aberrations optiques trop importantes (< 1 micron), ce qui n'est pas le cas le plus fréquent après une chirurgie cornéenne réfractive. Dans les situations limites, l'usage d'optique de type EDOF pourrait représenter une alternative à la multifocalité, moins contraignante pour les chirurgiens.

Les EDOFs, une alternative intéressante

Nous rapportons une série de douze yeux – sept patients ayant bénéficié de la pose d'un implant EDOF (Vivity Alcon) après chirurgie réfractive. Le **tableau I** récapitule les caractéristiques pré et postopératoires de ces patients. L'acuité visuelle postopératoire sans correction était en moyenne de 10/10 et la satisfaction patient à plus de 90 %. Aucun des patients n'a rapporté de gênes significatives en postopératoire.

La chirurgie de la cataracte devrait ainsi être considérée comme une opportunité de réduire les aberrations optiques totales de l'œil. Les profils oblates, après chirurgie cornéenne de la myopie, sont pourvoyeurs d'aberrations sphériques positives et pourront ainsi bénéficier d'implant asphérique négatif. Cela peut expliquer en partie les très bons résultats obtenus avec les implants EDOFs réfractifs dans notre étude.

Conclusion

L'usage des implants multifocaux est tout à fait possible après une chirurgie réfractive cornéenne, à condition de respecter les contre-indications habituelles des IMFs, auxquelles s'ajoutent le respect des niveaux limites d'aberrations optiques ainsi que la considération de l'état de la surface oculaire. Les optiques EDOFs de type réfractif offrent une profondeur de champ sans diffraction de la lumière. Elles apparaissent comme une excellente alternative aux implants multifocaux, avec moins de phénomènes photiques induits et moins de

Caractéristiques pré- et postopératoire	
Âge moyen	67,2 ± 7,6 ans
Délai depuis la chirurgie cornéenne	17,4 ± 9,37 ans
Type de chirurgie :	
Lasik myopique	7 yeux
Lasik hypermétropique	4 yeux
Kératotomie radiaire	1 œil
AV préopératoire	0,28 LogMar ± 1,5 ligne (< 5/10 ± 1,5 lignes)
Aberrations sphériques	0,33 microns ± 0,3 [0,031 – 0,936]
Aberrations hauts degrés	0,30 microns ± 0,23 [0,02 – 0,762]
Astigmatisme pré-op	-0,71 D ± 0,41 [-0,25 – -1,5]
Astigmatisme total kératométrie	-0,88 D ± 0,32 [-0,39 – -1,24]
Longueur axiale	25,60 mm ± 7,36 [22,81 – 27,11]
Puissance des IOLs posés	20,04 ± 1,47 D (Vivity, 4 ; Vivity T3, 1 Vivity T2)
AV postopératoire sans correction	0,05 ± 0,08 (10/10) [0,6– 1,0]
AV postopératoire corrigée	-0,01 ± 0,04 (> 10/10) [0,9 – 1,2]
Satisfaction patient 0 – 100 :	93,40 ± 5,32 [85-99]

Tableau I : Données de l'étude Cochlin "EDOF post-chirurgie réfractive".

diminution de la vision des contrastes. De plus, le principe optique assurant la profondeur de champ peut être utile pour absorber une erreur réfractive postopératoire, relativement fréquente dans cette population. Ceci semble démontré par les résultats de notre étude qui peuvent être considérés comme très encourageants.

Bibliographie

1. ALFONSO JF, MADRID-COSTA D, POO-LO'PEZ A *et al.* Visual quality after diffractive intraocular lens implantation in eyes with previous myopic laser *in situ* keratomileusis. *Cataract Refract Surg*, 2008;34:1848e54.
2. ALIO JL, ABDELGHANY AA, ABDOL AA *et al.* Cataract surgery on the previous corneal refractive surgery patient. *Surv Ophthalmol*, 2016; 61:769-777.
3. SAVINI G, NÆSER K. An analysis of the factors influencing the residual refractive astigmatism after cataract surgery with toric intraocular lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015;56:827-835.
4. ANJOU M, BREZIN A, MONNET D. Total keratometry measured with a swept-source optical biometer *versus* anterior keratometry: from planning to postoperative results. *J Refract Surg*, 2023 In Press.
5. KHOR WB, AFSHARI NA. The role of presbyopia-correcting intraocular lenses after laser *in situ* keratomileusis. *Curr Opin Ophthalmol*, 2013;24:35e40.
6. WANG L, KOCH DD, HILL W *et al.* Pursuing perfection in intraocular lens calculations: III. Criteria for analyzing outcomes. *J Cataract Refract Surg*, 2017;43:999-1002.
7. ARAMBERRI J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. *J Cataract Refract Surg*, 2003; 29:2063e8.

L'auteur a déclaré être consultant pour Hoya, Alcon, Bausch et Zeiss.

Implants intraoculaires

- Les dernières avancées en biométrie avant chirurgie de la cataracte 164
M. Strehlo
- Implants intraoculaires: quels filtres pour quelle protection? 168
C. Dot
- Implants ICL: indications, technique de sizing et résultats 172
P. Levy

Les dernières avancées en biométrie avant chirurgie de la cataracte



M. STREHO

Centres Explore Vision, PARIS et RUEIL-MALMAISON,
Hôpital Lariboisière, PARIS,
HIA Bégin, SAINT-MANDÉ.
mstreho@yahoo.fr

La chirurgie de la cataracte a bénéficié ces dernières années d'avancées fantastiques sur le plan de la technique chirurgicale, mais également sur le plan de la biométrie. La biométrie est l'art de prédire la puissance d'un implant en préopératoire pour obtenir une amétropie souhaitée en postopératoire, avec la meilleure précision possible.

Drexler nous a appris depuis plusieurs années l'algorithme nécessaire et suffisant pour avoir une précision réfractive postopératoire idéale : précision de l'implant, précision des mesures de biométrie, précision des formules de calcul et précision de la technique chirurgicale [1]. Nous observons ainsi qu'une technique chirurgicale même parfaite ne sera pas suffisante en l'absence d'une biométrie optimale, la réciproque étant tout aussi vraie.

Le rêve d'une biométrie parfaite reste en 2023 illusoire, car il existe autant de variations cliniques que de patients. Il reste ainsi des cas complexes avec une précision encore incertaine. Ainsi nous l'a rappelé Olsen, les sources d'erreur viennent principalement des mesures de longueur axiale, de kératométrie, de la position effective de l'implant et des formules [2]... Pour mémoire,

sur un œil emmétrope, une erreur de mesure de 0,1 mm de la longueur axiale se paiera avec une erreur réfractive postopératoire de 0,25 D et une erreur de mesure de 0,1 mm de la kératométrie donnera une erreur réfractive postopératoire de 0,50 D.

Pour la biométrie actuelle, il s'agit donc d'utiliser les appareils les plus précis possible tout en maîtrisant leurs avantages et inconvénients, afin de les adapter aux différentes situations cliniques, et de savoir associer différentes techniques de biométrie pour en limiter les erreurs. La biométrie doit être abordée comme des statistiques, nous devons utiliser une approche globale pour l'adapter à chaque cas. Dans cet article, nous aborderons les différents appareils de biomètres, les avancées techniques et une approche pour déterminer comment choisir le biomètre.

Les biomètres actuels

Les premiers appareils de biométrie étaient basés sur les ultrasons, on parle ainsi de biomètre ultrasonore. Le principe est celui de l'échographie avec émission d'un faisceau ultrasonore par une sonde et réception des faisceaux retours (échocs) pour en déterminer des interfaces. Le premier appareil utilisé était l'échographie en mode A (décrite par Gernet *et al.* en 1965) avec une visualisation d'un vecteur de contrôle [3]. Il existe des limitations, comme une absence de visualisation du positionnement du vecteur et un risque d'aplanation en mode contact.

L'évolution a été la biométrie par échographie en mode B (décrite par Bergès, Puech *et al.* en 1998) avec l'association au vecteur de contrôle d'une visualisation 2D de la coupe de l'œil, permettant de recalibrer de visu les différentes interfaces [4]. Nous avons ainsi une visualisation et une optimisation des mesures. Les principales limites sont une courbe d'apprentissage longue et l'œil rempli d'huile de silicone.

Finalement, c'est l'apparition des techniques d'OCT (*optical coherence tomography*) qui a permis de développer la biométrie optique [5]. Ici, le faisceau d'ultrasons est remplacé par un faisceau de lumière pour obtenir une interférométrie optique. La **figure 1** illustre l'évolution des différentes techniques de biométrie disponibles.

La biométrie optique s'est imposée comme la technique de référence actuellement, car elle offre la meilleure précision réfractive postopératoire possible. Le **tableau I** illustre l'évolution de la précision réfractive postopératoire avec le passage du mode A au biomètre optique [6-9]. Il convient néanmoins de bien connaître les limitations du biomètre optique: nécessité d'une calibration, d'une bonne fixation, d'un film lacrymal satisfaisant, de milieux transparents permettant de laisser passer le faisceau de lumière, d'un contrôle de la qualité du signal et de garder son sens clinique...

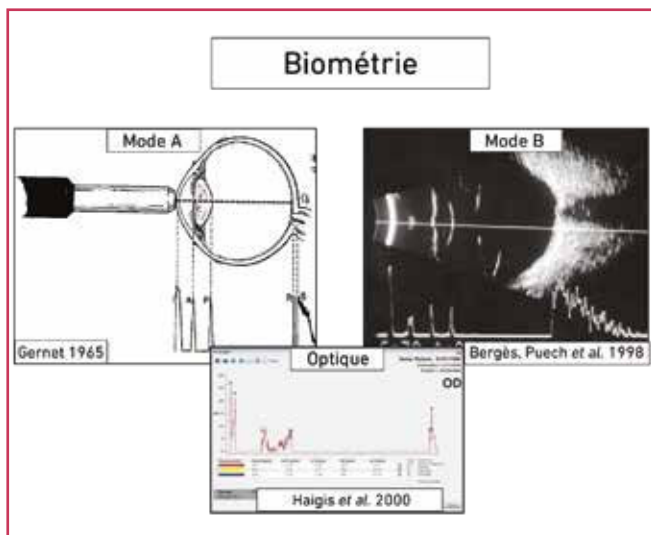


Fig. 1 : Les différentes techniques de biométrie disponibles: biométrie ultrasonore en mode A et en mode B, et biométrie optique.

	Holladay, 1997, JCRS	Haigis, 2005	Olsen, 2007, Acta Ophthalmol	Haigis, 2008, Haigis-L
	Mode A	IOL-M	Mode A	IOL-M
± 0,50 D	50 %	70 %	45,5 %	62,5 %
± 1 D	90 %	92 %	77,3 %	92,4 %
± 2 D	99 %	99 %	98,4 %	99,9 %

Tableau I : Évolution de la précision réfractive postopératoire avec le passage du mode A au biomètre optique.

Quelles avancées ?

La **figure 2** illustre le vaste champ des biomètres optiques actuellement disponibles. C'est ainsi toute la difficulté de s'y retrouver. Globalement, la plupart des appareils de biométrie optique reposent sur le principe de l'OCT *spectral domain*. La différence vient essentiellement des



Fig. 2 : Appareils de biométrie optique disponibles sur le marché (liste non exhaustive).

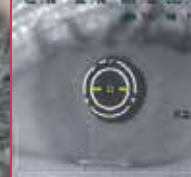
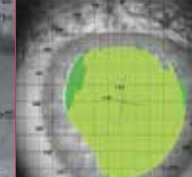
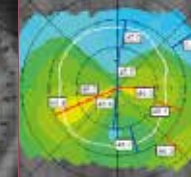
	Kératomètre	IOL-Master (Zeiss)	Lenstar (Haag-Streit)	AlScan (Nidek)	Alladin (Topcon)	Topographie cornéenne
Nombre de points de mesure	2 mesures	6 mesures	32 mesures	2 cercles	1 000 points	Multiples
Zone de mesure	3 mm	2,5 mm	1,65 et 2,3 mm	2,4 et 3,3 mm	3 mm	SimK 3, 4,5 mm ?
						

Tableau II : Différences de mesure de la kératométrie pour quelques appareils de biométrie en comparaison avec la technique de référence.

mesures de kératométrie. Le **tableau II** illustre quelques différences entre les techniques de mesure des différents biomètres. Cela explique pourquoi les formules doivent être recalées et qu'il faut des constantes optiques idéalement optimisées pour chaque appareil.

La principale avancée a été de pouvoir mesurer de plus en plus de paramètres biométriques pour pouvoir développer des formules plus évoluées. C'est ainsi que les nouveaux appareils permettent la mesure, en plus de la kératométrie et de la longueur axiale, de la profondeur de chambre antérieure, du blanc à blanc, de l'épaisseur du cristallin, de l'épaisseur cornéenne centrale, etc. (**tableau III**). Ces différents paramètres permettent l'utilisation de nouvelles formules (dites de 3^e et 4^e générations) avec des précisions réfractives postopératoires améliorées. Nous recommandons actuellement de travailler en multiformules pour en évaluer la variabilité et adapter à la situation clinique.

	LA	K	LT	ACD	W/W	Age	CCT	Ref pré-op
SRK/T	X	X						
Holladay I	X	X						
Hoffer Q	X	X						
Olsen	X	X	X	X		X	X	
Haigis	X	X		X				
Holladay II	x	X	X	X	X	X		X
Barrett universal II	X	X	X	X	X			

Tableau III : Les différents paramètres biométriques mesurés par les nouveaux biomètres optiques.

La plus récente évolution a été une modification de la source lumineuse, pour évoluer vers les biomètres optiques en *swept source*. Il s'agit principalement d'une modification de la longueur d'onde de la source lumineuse. Elle passe de 780 nm (IOL Master 500) ou 860 nm (Lenstar 900) à 1 050 nm. Cela offre l'énorme avantage d'avoir un rapport signal sur bruit constant, avec une meilleure pénétration tissulaire et une précision toujours optimale, quels que soient les troubles des milieux. Cela permet également de visualiser en OCT la cornée, le cristallin et même le profil fovéolaire. Cette génération offre la possibilité de réaliser des biométries optiques même quand la cataracte est dense et que d'autres appareils ne permettent pas de mesurer [10].

Finalement, de plus en plus, les biomètres s'intègrent dans une chaîne depuis l'indication opératoire jusqu'à la réalisation de la chirurgie. L'appareil de biométrie peut ainsi faire l'acquisition d'une image de l'œil qui servira en peropératoire pour le positionnement de l'implant torique. Ou encore, certains biomètres peuvent aider au calcul de l'implant torique et même à le commander directement.

Conclusion

Nous avons la chance de vivre une période fantastique pour la chirurgie de la cataracte avec une (r)évolution de toutes les techniques, y compris la biométrie. Le *gold standard* est aujourd'hui la biométrie optique. Celle-ci a récemment évolué du *spectral domain* vers les *swept source* pour en améliorer la rapidité et la pénétration. Les biomètres optiques permettent de mesurer un nombre incroyable de paramètres biométriques pour utiliser les

formules de dernières générations. L'objectif est unique, toujours améliorer notre précision réfractive postopératoire pour tendre vers la perfection.

Lors du choix d'un nouveau biomètre, il convient de bien l'essayer, d'en maîtriser les avantages et les limites pour pouvoir l'utiliser au mieux dans les différentes conditions cliniques. Il est également primordial de garder son sens clinique et encore plus lorsque l'acte est délégué, afin de savoir associer différents types de biomètres pour les cas cliniques complexes. Gardons à l'esprit deux points clés : notre serment d'Hippocrate nous engage à une obligation de moyens et (heureusement) non de résultats, et aucune erreur de mesure ne peut être compensée par une formule. Ainsi, nous devons toujours tendre vers l'équipement idéal dans l'intérêt de nos patients.

Bibliographie

1. DREXLER W, FINDL O, MENAPACE R *et al.* Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol*, 1998;126:524-534.
2. OLSEN T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*, 1992;18:125-129.
3. GERNET H, OSTHOLT H. [Intra-ocular optics. A new field in clinical ophthalmology]. *Ophthalmologica*, 1973;166:120-143.
4. BÈRGÈS O, PUECH M, ASSOULINE M *et al.* B-mode-guided vector-A-mode versus A-mode biometry to determine axial length and intraocular lens power. *J Cataract Refract Surg*, 1998;24:529-535.
5. HAIGIS W, LEGE B, MILLER N *et al.* Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2000;238:765-773.
6. HOLLADAY JT. Proper method for calculating average visual acuity. *J Refract Surg*, 1997;13:388-391.
7. HAIGIS W. Pseudophakic correction factors for optical biometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2001;239:589-598.
8. HAIGIS W. Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia: Haigis-L formula. *J Cataract Refract Surg*, 2008;34:1658-1663.
9. OLSEN T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol*, 2007;85:472-485.
10. YANG CM, LIM DH, KIM HJ *et al.* Comparison of two swept-source optical coherence tomography biometers and a partial coherence interferometer. *PLoS One*, 2019;14:e0223114.

L'auteur a déclaré être consultant pour Alcon et Quantel Medical (Lumibird).

Implants intraoculaires : quels filtres pour quelle protection ?



C. DOT

Service Ophtalmologie, HIA Desgenettes, LYON;
École du Val de Grâce, PARIS.
corinnedot.pro@hotmail.fr

Le Dr Ridley a ouvert la voie de l'implantation intraoculaire en 1950, avancée majeure en ophtalmologie pour laquelle il sera anobli par la reine d'Angleterre. Cette étape déterminante s'inscrit dans la réparation oculaire d'une plaie avec corps étrangers chez un pilote de la RAF lors de la Seconde Guerre mondiale. Il s'agissait alors d'un implant en PMMA blanc.

Plus tard, dans les années 1980, le premier filtre apparaît avec les implants UV-blockers afin de réduire la transmission des ultra-violets (UV) à la rétine. Puis, dans les années 2000, la phototoxicité de la lumière bleue (LB) est mise en exergue en recherche fondamentale et les premiers implants jaunes apparaissent sur le marché dans ce contexte. Ce filtre jaune a représenté la deuxième étape dans la filtration, en particulier pour les courtes longueurs d'onde (400-430 nm), après celle des ultra-violets [1, 2].

La phototoxicité oculaire des UV et de la LB est dépendante du statut cristallinien : plus il est dense, moins il transmet à la rétine. Les UV atteignent peu la rétine (1-2 % chez l'adulte *versus* 5 % chez l'enfant), excepté chez l'aphaque. *A contrario*, on estime que 40 % de la LB atteint la rétine chez l'adulte (65 % chez l'enfant) [3].

Ainsi, le patient pseudophaque, qui a perdu l'effet protecteur naturel de son cristallin et implanté avec un implant blanc UV-blocker, subit une exposition majorée à la LB. Les Anglo-Saxons appellent cela le "*dramatic change in ocular transmittance in pseudophakic eyes*".

Les 3 types de filtres en 2023

En 2023, il existe trois types de filtres sur les implants intraoculaires (IOL; *fig. 1*), dont le but est de réduire la transmission des radiations UV et bleues à la rétine [4].

1. Le filtre UV (IOL blanc)

Il est le filtre le plus ancien présent sur l'ensemble des IOL sur le marché actuellement. Il utilise des chromophores nommés benzotriazoles ou benzophénones. Il bloque les longueurs d'onde comprises entre 300 et 380-400 nm. La fin du spectre est plus ou moins bloquée selon les modèles.

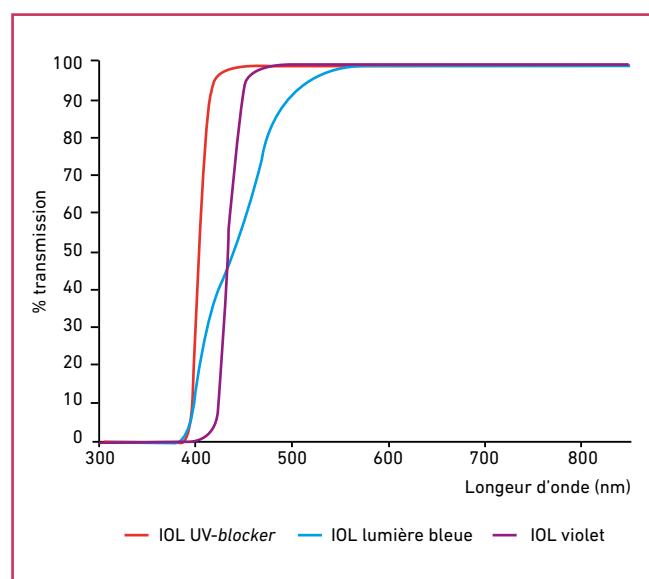


Fig 1.

2. Le filtre UV et violet

Il utilise les chromophores de l'IOL blanc avec un chromophore filtrant le violet en plus. Il bloque les longueurs d'onde comprises entre 300-400 nm et le début du violet-bleu (par exemple Tecnis Optiblu). Ce filtre est le plus récemment arrivé sur le marché. Il est, en termes de filtration, un intermédiaire entre les IOL blancs et les IOL jaunes.

3. Le filtre UV et bleu (2003)

Il utilise les chromophores de l'IOL blanc avec un chromophore filtrant la lumière bleue. Il bloque les longueurs d'onde comprises entre 300-400 nm et partiellement la lumière bleue de 400 à 480 nm (concerne tous les implants jaunes, par exemple SN60WF, Clareon, Vivinex...). Les profils de filtration sont variables selon les implants.

Corroborant ces données théoriques, Tanito *et al.* ont montré sur banc optique que l'irradiance de la rétine avec un implant blanc était supérieure à celle avec un implant jaune. Tous les implants jaunes testés filtrent davantage la LB que le cristallin naturel, il existe cependant des différences entre les IOL jaunes [5].

Les implants jaunes ont une courbe de transmission de la LB en S à pente douce (*fig. 1*). Ils bloquent une partie de la transmission du début du spectre bleu et transmettent au contraire la majorité de la fin du spectre, cette propriété est appelée "filtration sélective".

Toutefois, les courbes de transmission de la LB à la rétine ne sont pas strictement superposables entre les différents implants, donc le degré de protection rétinienne peut être variable selon l'implant choisi [6] (*fig. 1*). Une étude a comparé 8 IOL dits UV-blockers : les plus blockers sont les implants AcrySof d'Alcon et iSert de Hoya, et le moins blocker est l'implant En Vista (transmet les UV à partir de 350 nm). Les autres implants testés laissent passer entre 20 et 90 % des ondes de 360 à 400 nm [7]. Pour autant, il semble difficile d'affirmer que ces différences sont cliniquement significatives.

Le **tableau I** présente une synthèse de la transmission de la lumière pour les deux longueurs d'onde importantes (430 nm [LB toxique] et 480 nm [LB utile]) pour les

% de transmission de la LB	430 nm	480 nm
Alcon SN60	29 %	70 %
Croma EyeCee One	45 %	75-80 %
PhysIOL PodEye	51 %	70 %
Hoya Vivinex XY1	26 %	80 %
Clareon	30 %	80 %
Johnson & Johnson Tecnis Optiblu	28-90 %	93 %

Tableau I : Transmission de la LB en pourcentages à la rétine (données des industriels).

principaux implants jaunes et violets utilisés en France (données laboratoires).

Les filtres implants avec violet présentent une filtration intermédiaire entre UV-blockers et implants jaunes. Ils ont l'avantage de ne pas être colorés (pour les chirurgiens adeptes des implants blancs), tout en offrant une protection accrue face aux UV. En effet, ils bloquent tous les UV jusqu'à 400 nm (critère non atteint par tous les UV-blockers), mais bloquent également le début de la lumière violet-bleu entre 400 et 420 nm. Leur courbe de transmission en S "à pente raide" rend compte de la transmission subtotale des ondes à partir de 430 nm (*fig. 1*). Ils pourraient être qualifiés d'implants "UV-super blockers".

Quel est l'impact clinique d'une implantation jaune sur la rétine ?

Les études récentes retiennent la lumière solaire (au sens large) comme facteur de risque maculaire chez l'homme [8]. Il est donc logique de vouloir protéger la macula après chirurgie de cataracte, alors que nous avons ôté sa protection naturelle.

À ce jour, aucune étude prospective spécifiquement désignée n'a été réalisée pour démontrer l'effet protecteur présumé d'un implant jaune sur la survenue ou l'aggravation d'une dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). De même, aucune grande étude épidémiologique (AREDS, Beaver Dam, Blue Mountain, Rotterdam...) n'a été dimensionnée pour répondre à cette question. Les facteurs confondants sur ce sujet sont nombreux, notamment l'évaluation de l'exposition solaire, l'alimentation, la génétique, etc. [9-12].

Une étude récente monocentrique rétrospective et comparative finlandaise sur 11 397 yeux n'a pas retrouvé de bénéfice des implants jaunes (SN60WF, Alcon) *vs* blancs

(ZCB00 ou ZA9003, AMO) sur l'incidence de la DMLA après la chirurgie ($p = 0,4$), ni sur le devenir des patients déjà traités pour une DMLA ou sur l'évolution de la DMLA (nombre d'injections intravitréennes) [13]. Cette étude est intéressante car la seule publiée à ce jour avec un long suivi de 10 ans, toutefois la Finlande, du fait de sa latitude, est peu exposée aux rayonnements solaires (i.e. un facteur de risque de DMLA).

Wang *et al.* ont rapporté quant à eux davantage d'altération de l'épithélium pigmentaire et de drusen dans l'œil opéré dans une étude portant sur 1244 paires d'yeux à 3 ans [14]. Nagai *et al.* ont rapporté une diminution de la progression de l'autofluorescence et de la progression vers une DMLA chez des patients implantés en jaune à 2 ans sur de plus petits effectifs [15]. La durée de suivi de ces deux dernières études reste modeste, face à une pathologie de lente évolution.

Enfin, une revue de littérature par Davison *et al.* conclut à l'absence d'impact négatif de l'implantation jaune concernant l'acuité visuelle, la vision colorée (dont la réalisation du champ visuel bleu/jaune), la vision nocturne, le rythme circadien, la qualité du sommeil, la vision du contraste et l'éblouissement [16]. Ces résultats rassurants sur les performances de la sphère cognitive sont une fois de plus cohérents avec les connaissances actuelles : le spectre de transmission des implants jaunes

respecte en grande partie la transmission de la longueur d'onde 480 nm (LB utile).

Schmoll *et al.* ont rapporté également une amélioration des fonctions cognitives après chirurgie de cataracte quel que soit l'implant, blanc (AMO) ou jaune (Alcon WF), sans différence entre les deux. Il est intéressant de noter que cet effet est majeur dès le premier œil opéré, soulignant la grande sensibilité des cellules ganglionnaires à mélanopsine [17]. La qualité du sommeil est aussi améliorée après implantation, sans différence entre les implants selon Ichakawa *et al.*, qui rapportent ces résultats à partir de 1367 questionnaires de patients [18, 19].

La littérature est moins fournie concernant les IOL à filtre violet. Mais leur spectre de transmission, tout comme les implants jaunes, n'impacte pas la fin de la LB (utile). En revanche, le blocage moins complet de la LB (sur 430 nm et plus) pourrait expliquer, selon Nakano *et al.*, la réduction de la cyanopsie rapportée dans leur étude comparative entre IOL jaune et IOL à filtre violet. Il en est de même pour le gain dans la sensibilité au contraste observé à 3 mois postopératoires en faveur des IOL à filtre violet [20].

En l'absence d'*evidence-based medicine* disponible à haut niveau de preuve, le choix entre implant UV-blocker, implant à filtre violet et implant jaune reste à la

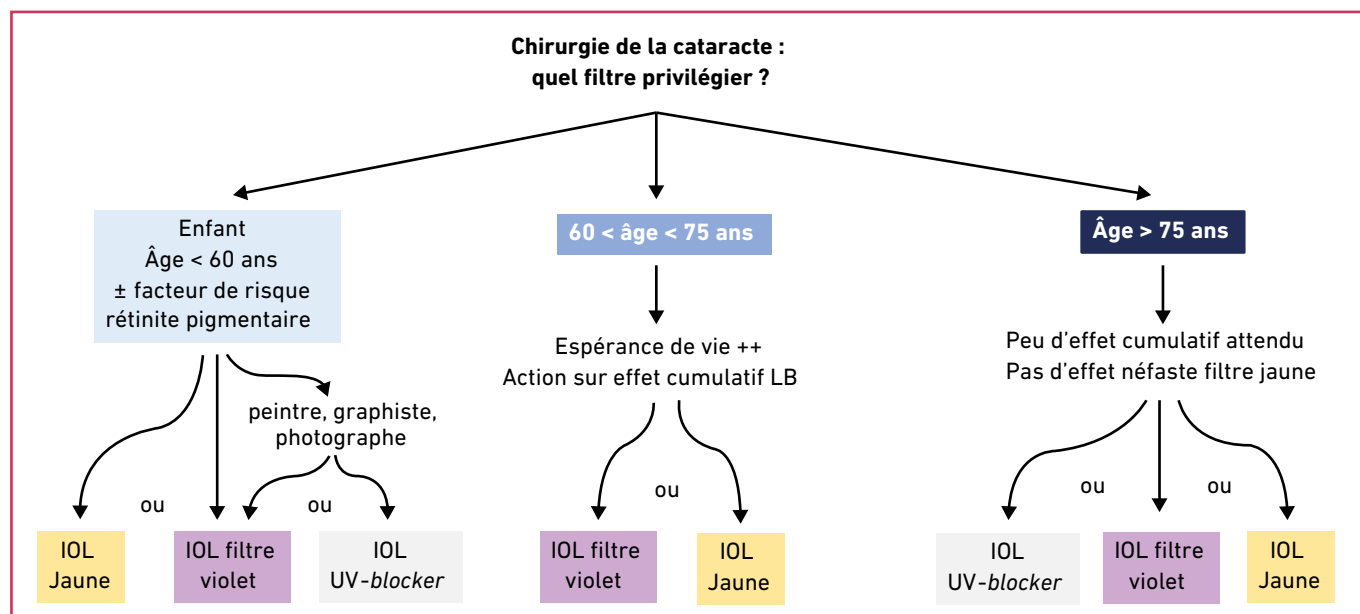


Fig. 2 : Aide au choix du filtre de l'implant intraoculaire.

discrétion du chirurgien. Si l'on considère le faisceau d'arguments fondamental sur la phototoxicité, une aide à la décision peut être considérée, avec comme entrée l'âge du patient et ses comorbidités (fig. 2).

Que retenir ?

>>> La toxicité maculaire de la lumière bleue s'établit sur plusieurs années en condition d'exposition naturelle et la chirurgie de cataracte ôte la protection maculaire naturelle du cristallin jaunissant avec l'âge.

>>> Le début de la lumière bleue est toxique, alors que la fin de la LB est au contraire utile pour nos fonctions supérieures.

>>> Les implants jaunes respectent, de manière variable, cette dualité grâce à leur courbe de filtration en S à pente douce.

>>> Les implants à filtre violet apportent une protection optimisée intermédiaire entre implant blanc et implant jaune.

>>> Les connaissances essentiellement fondamentales permettent d'établir un faisceau de présomption positif pour soutenir les implants jaunes, en faveur de la protection maculaire après une chirurgie de la cataracte. Mais aucune preuve clinique directe, en l'absence d'étude désignée pour, n'a été à ce jour apportée.

>>> Le chirurgien peut considérer l'âge de l'implantation et l'espérance de vie du patient (i.e. la durée de protection attendue) pour le choix du filtre, en adoptant le principe de précaution, ou attendre la preuve formelle de l'evidence-based medicine.

Bibliographie

1. KNELS L, VALTINK M, ROEHLECKE C *et al.* Blue light stress in retinal neuronal (R28) cells is dependent on wavelength range and irradiance. *Eur J Neurosci*, 2011;34:548-558.
2. ARNAULT E, BARRAU C, NANTEAU C *et al.* Phototoxic action spectrum on a retinal pigment epithelium model of age-related macular degeneration exposed to sunlight normalized conditions. *PloS One*, 2013;8:e71398.
3. BEHAR-COHEN F, MARTINSONS C, VIÉNOT F *et al.* Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye? *Prog Retin Eye Res*, 2011;30:239-257.

4. WERNER L. Intraocular lenses: Overview of designs, materials, and pathophysiologic features. *Ophthalmology*, 2021;128:e74-e93.
5. TANITO M, OKUNO T, ISHIBA Y *et al.* Measurements of transmission spectrums and estimation of retinal blue-light irradiance values of currently available clear and yellow-tinted intraocular lenses. *Jpn J Ophthalmol*, 2012;56:82-90.
6. TANITO M, OKUNO T, ISHIBA Y *et al.* Transmission spectrums and retinal blue-light irradiance values of untinted and yellow-tinted intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*, 2010;36:299-307.
7. GARCÍA-DOMENE MC, PÉREZ-VIVES C, PERIS-MARTÍNEZ C *et al.* Comparison of the ultraviolet light filtering across different intraocular lenses. *Optom Vis Sci*, 2018;95:1129-1134.
8. SUI GY, LIU GC, LIU GY *et al.* Is sunlight exposure a risk factor for age-related macular degeneration? A systematic review and meta-analysis. *Br J Ophthalmol*, 2013;97:389-394.
9. CHEW EY, SPERDUTO RD, MILTON RC *et al.* Risk of advanced age-related macular degeneration after cataract surgery in the Age-Related Eye Disease Study: AREDS report 25. *Ophthalmology*, 2009;116:297-303.
10. EL CHEHAB H, BLEIN JP, HERRY JP *et al.* [Ocular phototoxicity and altitude among mountain guides]. *J Fr Ophtalmol*, 2012;35:809-815.
11. TAYLOR HR, WEST S, MUÑOZ B *et al.* The long-term effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol*, 1992;110:99-104.
12. WANG JJ, KLEIN R, SMITH W *et al.* Cataract surgery and the 5-year incidence of late-stage age-related maculopathy: pooled findings from the Beaver Dam and Blue Mountains eye studies. *Ophthalmology*, 2003;110:1960-1967.
13. ACHIRON A, ELBAZ U, HECHT I *et al.* The effect of blue-light filtering intraocular lenses on the development and progression of neovascular age-related macular degeneration. *Ophthalmology*, 2021;128:410-416.
14. WANG JJ, FONG CSU, ROCHTCHINA E *et al.* Risk of age-related macular degeneration 3 years after cataract surgery: paired eye comparisons. *Ophthalmology*, 2012;119:2298-2303.
15. NAGAI H, HIRANO Y, YASUKAWA T *et al.* Prevention of increased abnormal fundus autofluorescence with blue light-filtering intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:1855-1859.
16. DAVISON JA, PATEL AS, CUNHA JP *et al.* Recent studies provide an updated clinical perspective on blue light-filtering IOLs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2011;249:957-968.
17. SCHMOLL C, KHAN A, ASPINALL P *et al.* New light for old eyes: comparing melanopsin-mediated non-visual benefits of blue-light and UV-blocking intraocular lenses. *Br J Ophthalmol*, 2014;98:124-128.
18. ICHIKAWA K, CHUKYO study investigators. Changes in blood pressure and sleep duration in patients with blue light-blocking/yellow-tinted intraocular lens (CHUKYO study). *Hypertens Res*, 2014;37:659-664.
19. ALEXANDER I, CUTHBERTSON FM, RATNARAJAN G *et al.* Impact of cataract surgery on sleep in patients receiving either ultraviolet-blocking or blue-filtering intraocular lens implants. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014;55:4999-5004.
20. NAKANO S, MIYATA A, KIZAWA J *et al.* Blue light-filtering and violet light-filtering hydrophobic acrylic foldable intraocular lenses: Intraindividual comparison. *J Cataract Refract Surg*, 2019;45:1393-1397.

L'auteur a déclaré être consultante pour Alcon, Hoya et Zeiss.

Implants ICL : indications, technique de sizing et résultats



P. LEVY

Cabinet d'Ophtalmologie, MONTPELLIER.
levypierre34@gmail.com

Les ICL sont des implants précristalliniens de chambre postérieure positionnés dans le sulcus ciliaire. Ils permettent de traiter des myopies avec ou sans astigmatisme (EVO ICL et EVO + ICL), ainsi que des hypermétropies avec ou sans astigmatisme (Visian ICL). Ils seront très bientôt commercialisés pour la correction des patients myopes et presbytes, pour le moment sans astigmatisme associé.

L'implantation phaque ICL, avec plus de 25 ans de recul et plus de 2 millions d'implants posés, est reconnue aujourd'hui comme une technique de chirurgie réfractive sûre et efficace, en plein développement du fait de l'épidémie de myopie, notamment de myopie forte, et de la confiance légitime que l'on peut avoir dans cette technique, compte tenu des résultats et du peu de complications rapportées dans de nombreuses publications.

Indications

Si certains chirurgiens ont adopté l'ICL comme technique de première intention, plutôt qu'une chirurgie par laser Excimer, la grande majorité des chirurgiens l'utilise

comme une alternative aux techniques conventionnelles par laser Excimer quand celles-ci ne sont pas possibles ou quand les techniques par laser semblent plus à risque de complications ou de résultat qualitativement moins bon. Dans tous les cas, les indications doivent respecter certains critères :

>>> **Âge :** l'indication est retenue entre 21 et 60 ans en France. Ces limites sont arbitrairement données par le laboratoire comme des recommandations.

>>> **Stabilité du défaut réfractif :** en dehors d'indications professionnelles ou personnelles particulières, l'implantation phaque n'est pas souhaitable tant que le défaut réfractif n'est pas stable, sachant qu'en cas de myopie, plus le degré de l'amétropie est important, plus la stabilité réfractive est tardive.

>>> **PCA :** la profondeur minimale de chambre antérieure mesurée depuis l'endothélium doit être d'au moins 2,80 mm.

Quelques données biométriques sont indispensables à respecter :

>>> **WTW :** de 10,9 à 13,00 mm selon l'Orbscan.

>>> **Profondeur de chambre antérieure :** 2,8 à 3,60 mm selon l'Orbscan.

À savoir que toute implantation hors de ces limites peut être responsable de cataracte précoce, de fermeture de l'angle et de dispersion pigmentaire en cas d'œil court, et dans tous les cas de surprises réfractives liées à une position inhabituelle de l'implant.

>>> **Angle iridocornéen :** il doit être $> 35^\circ$ sachant cependant que, selon l'appareil utilisé pour sa mesure ou selon le secteur mesuré, il existe des variations sensibles.

Âge	Densité endothéliale minimale/ mm ²	Densité endothéliale minimale/ mm ²	Densité endothéliale minimale/ mm ²
21-25 ans	3 875	3 800	3 250
26-30 ans	3 425	3 375	2 900
31-35 ans	3 025	2 975	2 900
36-40 ans	2 675	2 625	2 350
41-45 ans	2 350	2 325	2 100
46 ans ou plus	2 075	2 050	1 900
Profondeur de chambre antérieure À partir de l'endothélium cornéen	≥ 2,8 mm	≥ 3,2 mm	≥ 3,5 mm

Tableau I.

>>> **L'aspect de l'iris** est aussi important à apprécier, l'implantation phaque n'est pas recommandée en cas d'iris plateau.

>>> **Flèche cristallinienne**: elle doit être < 600 µm.

>>> **Densité cellulaire endothéliale**: elle doit être suffisante et respecter les données fournies par le fabricant, qui tiennent compte de l'âge et de la PCA (*tableau I*).

Le sizing de l'implant: méthode classique et apport des nouvelles techniques

Le *sizing* de l'implant est le facteur principal qui influencera le *vaulting* postopératoire. Nous savons que l'obtention d'un *vaulting* non idéal est pourvoyeur des principaux problèmes que l'on peut rencontrer avec un ICL, qui sont:

- les imprécisions réfractives postopératoires;
- l'apparition de complications postopératoires: opacifications capsulaires, cataractes, dispersion pigmentaire [1, 2];
- la nécessité de réintervention [3].

Il est admis aujourd'hui que le *vaulting* idéal est compris entre 400 et 550 µm et que le *vaulting* à risque de complications est < 250 ou > 800 µm. Il est admis aussi que la nouvelle génération d'implant ICL pour myope avec trou central, du fait d'une circulation plus physiologique de l'humeur aqueuse, est moins pourvoyeuse d'opacité capsulaire du cristallin [4, 5].

Les technologies ont beaucoup évolué et nous disposons actuellement de l'UBM et des OCT de segment antérieur, qui sont des aides importantes dans l'indication opératoire et dans le choix de la taille de l'implant posé, sachant que le *sizing* de l'implant reste un point crucial dans l'optique d'une évolution postopératoire sans complications.

1. Méthode conventionnelle de détermination de la taille de l'implant

La détermination de la taille de l'implant telle qu'elle fonctionne actuellement sur le calculateur en ligne du laboratoire STAAR dépend de deux facteurs qui sont la PCA depuis l'endothélium et la mesure du blanc à blanc horizontal, ces deux valeurs étant mesurées à partir de l'Orbscan, qui est l'appareil de référence. Si la mesure de la PCA est assez reproductible d'un appareil à l'autre, il n'en est pas de même avec la mesure du blanc à blanc horizontal.

Certaines réserves concernant la mesure du blanc à blanc sont à apporter: la mesure fournie par l'Orbscan est une mesure automatique qu'il convient de vérifier manuellement, il n'est pas rare que la mesure soit optimisable. L'Orbscan est un appareil en fin de cycle et ne sera pas renouvelé. Nous en serons donc privés à moyen voire court terme et il existe d'autres appareils capables de mesurer un blanc à blanc, mais avec des valeurs parfois sensiblement différentes. Il est donc important de connaître la valeur Orbscan du blanc à blanc à renseigner dans le calculateur à partir des mesures faites par un autre appareil. Le Laboratoire Ophtafrance, distributeur de l'ICL, tient à notre disposition les modifications moyennes à apporter selon l'appareil utilisé.

2. Apport de l'UBM

L'UBM 50 MHz est utilisé depuis environ une dizaine d'années. Cette technologie a suscité de grands espoirs, car il était enfin possible d'accéder visuellement à l'espace ciliaire dans lequel l'implant vient se loger et donc de mesurer la distance de sulcus à sulcus (STS). Il s'avère en réalité à l'usage que cet examen est long à réaliser, peu agréable pour le patient, très opérateur dépendant, avec une répétabilité médiocre et une importante subjectivité des résultats.

La méta-analyse de 2016 [6] montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative dans le résultat du *vaulting* postopératoire avec la méthode

conventionnelle et la mesure du STS avec l'UBM. Avec ces deux méthodes, environ 20 % des cas présentent un *vaulting* en dehors des critères acceptables.

3. Apport de l'OCT de segment antérieur

Il est aujourd'hui essentiel, aussi bien dans le diagnostic d'opérabilité que dans la détermination optimale de la taille de l'implant. L'OCT antérieur est un examen rapide, non invasif, reproductible, avec une excellente répétabilité.

Il existe de nos jours des formules de calcul afin d'optimiser le choix de la taille de l'implant ICL que l'on va poser. Cela a un double intérêt: lorsque le calculateur habituel montre que l'on est à la charnière entre deux tailles d'implant (il arrive parfois qu'à 0,1 mm de différence dans la taille du blanc à blanc près, on bascule d'une taille à l'autre). C'est une situation souvent embarrassante, il est alors intéressant de bénéficier d'autres méthodes de calcul qui permettent de se positionner sur la taille idéale de l'implant à poser. Par ailleurs, il n'est pas rare d'avoir, avec la méthode conventionnelle de calcul du *sizing*, un résultat de *vaulting* non optimal (on parle de 20 % de résultats en dehors des critères acceptables). Le fait de pouvoir comparer la méthode conventionnelle avec les nouvelles méthodes issues de mesures réalisées avec un OCT de segment antérieur permet de largement diminuer ce chiffre de 20 % de résultats en dehors des critères jugés acceptables.

La méthode issue des mesures OCT reconnue comme étant fiable et reproductible est la formule de Nakamura [7]: taille de l'implant ICL = $4,575 + 0,688 \times (ACW) + 0,388 \times (CLR)$.

Dans une étude personnelle présentée à la SAFIR, cette formule a permis de diminuer le taux de *vaulting* non optimal de 24 % (42 yeux étudiés avec la méthode conventionnelle) à 7 % (42 yeux avec NK formula), les mesures ayant été réalisées avec l'OCT *spectral domain* MS-39 du laboratoire CSO/Medical Deveves.

Les résultats

1. Analyse quantitative des résultats visuels

Nous citons ici quelques-unes des études publiées, notamment les méta-analyses et revues de la littérature

qui compilent les résultats de très nombreuses publications sur des nombres importants de patients.

La première est une analyse de 16 publications internationales évaluant l'acuité visuelle (AV) quantitative [3] de 1023 yeux avec un équivalent sphérique préopératoire de $-9,81$ D et un suivi moyen de 13,7 mois. L'acuité visuelle moyenne sans correction est de 20/19, avec des chiffres allant de 20/12 à 20/27. La publication dans cette série avec le plus de recul est celle du Dr Shimizu [4], qui analyse les résultats sur 5 ans de 64 yeux opérés et qui retrouve une acuité visuelle sans correction $\geq 10/10$ chez 100 % des patients à 6 mois, 1 an et 3 ans, et chez 85 % des patients à 5 ans. L'étude de la prédictibilité moyenne dans cette analyse de la littérature est de $\pm 0,50$ D chez 90,8 % des patients (72 à 100 %) et de ± 1 D chez 98,7 % des patients (91,8 à 100 %). L'analyse de l'index d'efficacité moyen (rapport AV postopératoire non corrigée / AV préopératoire corrigée) de cette série de 1023 yeux est de 1,04 (0,90 à 1,35).

L'étude multicentrique de la SAFIR de 2017 [5], sur 5 ans chez les myopes et sur 3 ans chez les hypermétropes, retrouve des acuités visuelles binoculaires à pratiquement 10/10 dans les deux groupes, stables dans le temps (fig. 1 et 2). Par ailleurs:

- l'équivalent sphérique moyen postopératoire est de $-0,57$ D dans le groupe des patients myopes et de 0,30 D chez les patients hypermétropes;
- l'index d'efficacité moyen (rapport AV postopératoire non corrigée / AV préopératoire corrigée) est de 1,17 (les

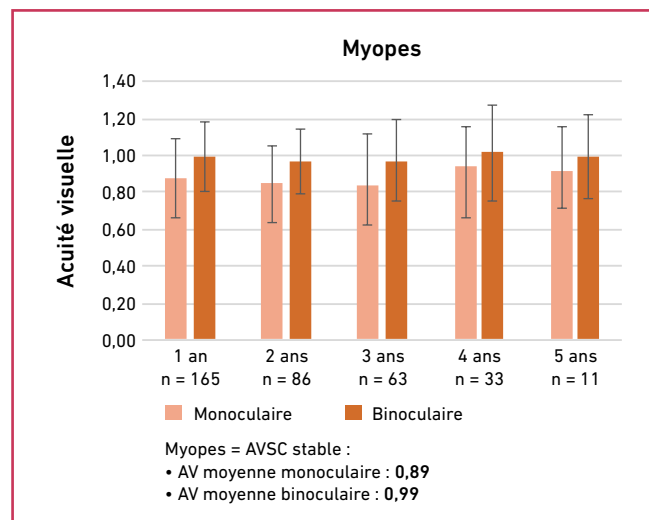


Fig. 1.

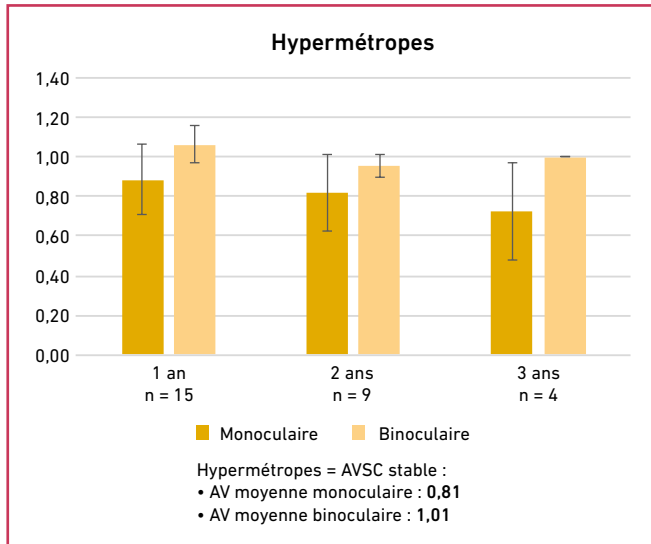


Fig. 2.

patients voient mieux sans correction en postopératoire qu'en préopératoire avec correction);

– l'index de sécurité (rapport AV de loin postopératoire corrigée/ AV de loin préopératoire corrigée) est > 1 (1,06). Lorsqu'il est supérieur à 1, cela témoigne d'un gain de meilleure acuité visuelle corrigée.

Une étude portant sur le recueil de 17 publications [6] avec évaluation de l'index de sécurité réfractive (rapport AV de loin postopératoire corrigée/ AV de loin préopératoire corrigée) a analysé 1 100 yeux avec un équivalent sphérique préopératoire de $-9,60$ D et un suivi moyen de 13,2 mois. L'étude retrouve un index de sécurité réfractive moyen de 1,15 (1,01 à 1,42), témoignant d'un gain de meilleure acuité visuelle corrigée.

Ces études montrent des résultats réfractifs excellents, avec une très grande prédictibilité et sécurité réfractive qui plus est stable dans le temps, ce qui, au regard des amétropies traitées, est un élément de grande confiance.

2. Analyse qualitative des résultats visuels

Plusieurs publications internationales ont donné des résultats sur la qualité de vision post-ICL, cette notion de qualité de vision étant au centre de nos préoccupations. Nous en citerons quelques-unes.

Dans l'analyse des phénomènes photiques postopératoires, 62,1 % des patients ont des éblouissements en

postopératoire d'une durée moyenne de $3,0 \pm 3,4$ mois (1 à 12 mois) [8]. 55,2 % des patients ont des halos d'une durée moyenne de 3,6 mois (1 à 12 mois) [9] et 54,8 % ont des halos d'une durée moyenne de 3 mois. Dans tous les cas, les phénomènes photiques sont le plus souvent spontanément résolutifs en quelques mois.

Deux études comparant la qualité de vision entre ICL et PKR [10, 11] retrouvent une meilleure sensibilité aux contrastes, moins d'induction d'aberrations de degré supérieur (HOA) et moins de perturbations nocturnes avec les ICL, en comparaison avec les patients ayant eu une PKR pour des myopies moyennes de -8 D.

Une étude comparant ICL et FemtoLASIK par optique adaptative [12] a montré des résultats supérieurs avec l'implant ICL en ce qui concerne la PSF (*point spread function*) et la sensibilité aux contrastes, avec des différences significatives pour le groupe des patients myopes à partir de -6 D.

Une étude analysant la qualité de vision des ICL avec et sans trou central [13] n'a pas retrouvé de différence entre les deux types d'ICL.

L'analyse de toutes ces études montre l'excellence de la qualité de vision obtenue avec les implants phaqes ICL.

Cela est lié à deux facteurs essentiels :

- la préservation de la prolaticité de la cornée permet de ne pas générer de HOA, contrairement aux techniques par laser [14];
- la taille de la zone optique (ZO) efficace est bien plus grande après ICL qu'après une chirurgie par laser (taille de la ZO rapportée au plan cornéen de 7,6 mm pour une puissance d'implant ICL de $-0,5$ à -9 D, à comparer aux 5 mm de ZO efficace obtenus pour un traitement laser programmé avec une ZO de 6,5 mm par FemtoLASIK [15]). Si la zone optique est 9 % plus petite que la taille de la pupille, cela augmente de 50 % les HOA induites, par rapport à une zone optique de taille égale à celle de la pupille [16].

Quelles sont les complications actuelles ?

Les complications peuvent être classées en plusieurs catégories : les interventions secondaires, les complications liées au *sizing*, les complications indépendantes du *sizing*.

1. Les interventions secondaires

L'étude de 28 publications [3] comprenant 2970 yeux, avec un recul moyen de 16,7 mois, retrouve un taux de réintervention de 0,47 % (14 yeux), 10 pour un réaligement d'implant torique, 2 pour des erreurs de taille d'implant, 1 décollement de rétine (DR) > 3 mois et 1 bloc pupillaire.

2. Les complications liées au sizing

>>> Opacifications capsulaires et cataractes

Elles sont, en dehors du contact peropératoire avec le cristallin, liées à un *vault* insuffisant qui témoigne d'un *sizing* imprécis de l'implant. Si les taux étaient importants dans les versions antérieures à la version V4c (13,88 % de cataracte à 12 ans) [1], il n'en est plus de même aujourd'hui [2].

Le recueil de 10 publications avec 5477 yeux suivis pendant 10 ans au minimum retrouve des opacités sous-capsulaires antérieures isolées selon les publications entre 1,1 et 5,9 % et des taux de cataracte nécessitant une chirurgie entre 0 et 1,8 % [6]. Alfonso retrouve, sur 3420 yeux avec un recul de 6 ± 2 ans, un taux de 0,61 % d'explantation avec un délai moyen de 4,2 ans. 70 % des cataractes avaient un ICL avec un *vaulting* < 100 μm et 30 % < 270 μm [6]. Brar retrouve, avec les versions avec trou central, des taux de 0 % d'opacité et de 0 % de cataracte, avec un suivi de 5 ans pour 342 yeux [17]. L'étude multicentrique de la SAFIR retrouve un cas de cataracte sur 586 yeux suivis (0,17 %) [5].

>>> Dispersions pigmentaires et glaucomes

Elles sont extrêmement rares. La plupart des syndromes de dispersion pigmentaire qui sont liés à un *vaulting* trop important ne s'accompagne pas d'hypertonie. Par ailleurs les hypertonies, exceptionnelles, sont toujours médicalement contrôlées [18].

Sanders, sur 526 yeux, retrouve 0,4 % des yeux nécessitant un traitement hypotonisant à 3 ans [6]. La revue de la littérature de Packer en 2018 retrouve zéro cas de glaucome par dispersion pigmentaire sur 1905 yeux et un seul cas de bloc pupillaire par défaut de lavage du PVE [3]. L'étude multicentrique de la SAFIR retrouve

une pression intraoculaire stable sans différence significative entre le pré- et postopératoire [5].

Il existe quelques publications faisant état de glaucome aigu par blocage pupillaire [19], ces cas ont pratiquement tous disparu grâce au trou central qui rétablit le passage de l'humeur aqueuse. Seul persiste le risque de cette complication chez l'hypermétrope (dont l'implant est dépourvu d'orifice central) en cas d'iridotomies non fonctionnelles et chez tous les patients en postopératoire immédiat par défaut de lavage du PVE.

>>> Pertes cellulaires endothéliales

L'ensemble des études s'accorde à dire qu'il y a une perte cellulaire modérée comprise entre 6 et 8 % au moment de l'acte chirurgical, puis une perte physiologique. Citons l'étude rétrospective de Moya sur 12 ans qui retrouve une perte cellulaire la première année de 6,46 %, puis une perte annuelle physiologique dans les années suivantes de 1,2 % [1]. L'étude multicentrique de la SAFIR confirme ces résultats, avec une perte de 5,98 % la première année suivie d'une stabilité [5].

3. Les complications indépendantes du sizing

>>> Endophtalmies

Elles sont beaucoup plus exceptionnelles que dans la chirurgie du cristallin et encore plus rares depuis l'introduction systématique des injections peropératoires de céfuroxime.

Citons l'étude rétrospective multicentrique [20] auprès de 234 chirurgiens de 21 nations différentes, sur un total de 17954 ICL posés entre 1998 et 2006, qui retrouve un taux d'endophtalmies de 0,0167 % (3 cas décrits). Les 3 cas ont favorablement évolué sous traitement sans perte d'acuité visuelle rapportée. Notons enfin que cette étude datait d'une période où l'injection d'antibiotique intracaméculaire n'existait pas et que le taux actuel d'endophtalmies post-ICL est probablement divisé par un facteur 3 ou 5, comme c'est le cas avec la chirurgie du cristallin [21].

>>> Décollements de rétine

S'agissant d'une population le plus souvent composée de forts myopes, l'incidence du DR n'est pas nulle.

Citons la publication de Martinez-Castillo en 2005 qui étudie une cohorte de 16 DR du fort myope opéré par ICL. L'étude conclut à l'absence de relation de cause à effet entre les DR et l'implantation phaque [22]. Il existe de rares publications qui retrouvent des DR dans les suites immédiates de l'implantation phaque, notamment en cas de lésions rhéomatogènes préopératoires non traitées préventivement. Citons enfin le cas rapporté par l'équipe du Pr Touboul qui retrouve un DR suite à un décollement postérieur du vitré aigü (DPV) postopératoire, sans lésion rhéomatogène préopératoire, et ce malgré la photocoagulation d'une déchirure survenue dans les suites du DPV [23].

Conclusion

La chirurgie par implant phaque ICL est aujourd'hui une chirurgie réfractive efficace et sûre. Il ne s'agit pas de banaliser cette intervention, elle reste une technique qui demande une formation, qui requiert rigueur, dextérité et sang-froid, mais l'énorme recul que nous avons et les très nombreuses études publiées doivent permettre de dédramatiser cette technique chirurgicale, qui demeure en France le plus souvent indiquée en cas d'intolérance aux lentilles de contact et de contre-indications relatives ou absolues aux techniques de chirurgie réfractive par laser.

Bibliographie

1. MOYA T, JAVALOY J. Implantable collamer lens for myopia: assessment 12 years after implantation. *J Refract Surg*, 2015;31:548-556.
2. ALFONSO JF, LISA C, FERNÁNDEZ-VEGA L *et al*. Prevalence of cataract after collagen copolymer phakic intraocular lens implantation for myopia, hyperopia, and astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:800-805.
3. PACKER M. The Implantable Collamer Lens with a central port: review of the literature. *Clin Ophthalmol*, 2018;12:2427-2438.
4. SHIMIZU K, KAMIYA K, IGARASHI A *et al*. Long term comparaison of posterior chamber Phakic intraocular lens with and without a central hole (Hole ICL and Conventional ICL) Implantation for moderate to high myopia and myopic astigmatism: consort-compliant article. *Medicine*, 2016;95:e3270.
5. CASSAN A. Sécurité et stabilité des implants phaqes de chambre postérieure de génération V4: étude multicentrique. Communication orale, SAFIR 2017.
6. PACKER M. Meta-analysis and review: effectiveness, safety, and central port design of the intraocular collamer lens. *Clin Ophthalmol*, 2016;10:1059-1077.
7. NAKAMURA T, ISOGAI N, KOJIMA T *et al*. Optimization of implantable collamer lens sizing based on swept-source anterior segment optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*, 2020;46:742-748.
8. EOM Y, KIM DW, RYU D *et al*. Ring-shaped dysphotopsia associated with posterior chamber phakic implantable collamer lenses with a central hole. *Acta Ophthalmol*. 2017;95:e170-e178.
9. LIU T, LINGHU S, PAN L *et al*. Effects of V4c-ICL implantation on myopic patients' vision-related daily activities. *J Ophthalmol*, 2016;2016:5717932.
10. SCHALLHORN S, TANZER D, SANDERS DR *et al*. Randomized prospective comparison of visian toric implantable collamer lens and conventional photorefractive keratectomy for moderate to high myopic astigmatism. *J Refract Surg*, 2007;23:853-867.
11. SCHALLHORN S, TANZER D, SANDERS DR *et al*. Night driving simulation in a randomized prospective comparison of Visian toric implantable collamer lens and conventional PRK for moderate to high myopic astigmatism. *J Refract Surg*, 2010;26:321-326.
12. PÉREZ-VIVES C, ALBARRÁN-DIEGO C, GARCÍA-LÁZARO S *et al*. Implantable collamer lens and femtosecond laser for myopia: comparison using an adaptive optics visual simulator. *Arq Bras Oftalmol*, 2014;77:103-109.
13. SHIMIZU K, KAMIYA K, IGARASHI A *et al*. Intraindividual comparaison of visual performance after posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole implantation for moderate to high myopia. *Am J Ophthalmol*, 2012;154:486-494.
14. SHIN JY, AHN H, SEO KY *et al*. Comparison of higher order aberrations after implantable Collamer Lens implantation and wavefront-guided LASEK in high myopia. *J Refract Surg*, 2012;28:106-111.
15. HOU J, WANG Y, LEI Y *et al*. Comparison of effective optical zone after small-incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg*, 2018;44:1179-1185.
16. BÜHREN J, KÜHNE C, KOHNEN T. Influence of pupil and optical zone diameter on high order aberrations after wavefront guided myopic LASIK. *J Cataract Refract Surg*, 2005;31:2272-2280.
17. BRAR S, GANERESH S, PANDEY R. Incidence & factors responsible for Implantable Collamer Lens (ICL) explantation & outcomes of further management – 5 years retrospective study. *EC Ophthalmology*, 2015;3:231-239.
18. ZALDIVAR R, DAVIDORF JM, OSCHEROW S. Posterior chamber phakic intraocular lens for myopia of -8 to -19 diopters. *J Refract Surg*, 1998;14:294-305.
19. KODJIKIAN L, GAIN P, DONATE D *et al*. Malignant glaucoma induced by a phakic posterior chamber intraocular lens for myopia. *J Cataract Refract Surg*, 2002;28:2217-2221.
20. ALLAN BD, ARGELES-SABATE I, MAMALIS N. Endophthalmitis rates after implantation of the intraocular Collamer lens: survey of users between 1998 and 2006. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:766-769.
21. ESCRS Endophthalmitis Study Group. Prophylaxis of post-operative endophthalmitis following cataract surgery: results of the ESCRS multicenter study and identification of risk factors. *J Cataract Refract Surg*, 2007;33:978-988.
22. MARTÍNEZ-CASTILLO V, BOIXADERA A, VERDUGO A *et al*. Rhegmatogenous retinal detachment in phakic eyes after posterior chamber phakic intraocular lens implantation for severe myopia. *Ophthalmology*, 2005;112:580-585.
23. LAPEYRE G, DELYFER MN, TOUBOUL D. Retinal detachment after acute posterior vitreous detachment resulting from posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2018;44:103-105.

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

Cornée chirurgicale

■ Vers de nouvelles classifications du kératocône	180
D. Touboul	
■ Prise en charge du kératocône en 2023	185
M. Assouline	
■ Suivre une greffe de cornée en 2023	195
J.-L. Bourges	
■ Réhabilitation visuelle chirurgicale après greffe de cornée	200
O. Prisant	
■ Chirurgie de la cataracte dans un contexte de cornea guttata: les 10 conseils à suivre	208
E. Gabison	
■ Comment un lenticule de SMILE peut-il être réutilisé en chirurgie cornéenne?	212
A. Vautier, M. Muraine	
■ Membrane amniotique humaine: quelles indications? Quelles techniques? Quels résultats?	217
L. Hoffart, G. Ho Wang Yin	

Vers de nouvelles classifications du kératocône



D. TOUBOUL
CRNK, CHU de BORDEAUX.
toubould@gmail.com

En préambule

Le kératocône (KC) est défini par une déformation et un amincissement progressif de la cornée du sujet jeune (*fig. 1*). Il est diagnostiqué dans la grande enfance ou à l'adolescence dans la majorité des cas, mais peut passer longtemps inaperçu dans les formes asymétriques entre les deux yeux. Il s'apparente plutôt à une maladie dégénérative avec substratum épigénétique qu'à une dystrophie cornéenne avec substratum génétique.

Les microtraumatismes répétés sont la cause prépondérante d'apparition et d'aggravation de la maladie. Ils

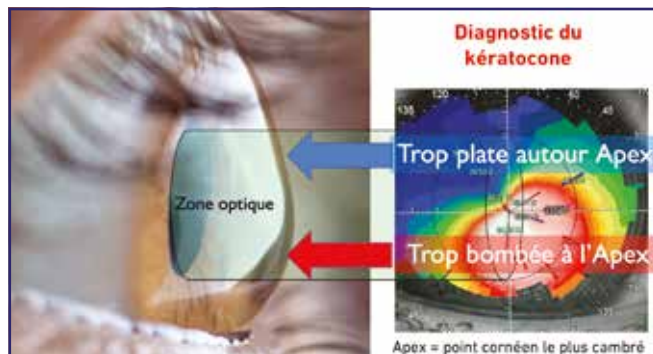


Fig. 1 : Déformation typique du kératocône : "une zone trop bombée entourée d'une zone trop plate".

sont souvent réactionnels à une irritation de la surface oculaire ou à un trouble primaire du comportement. La position de sommeil en compression directe sur les globes oculaires est également incriminée.

Il existe tout un continuum de sévérité de déformation cornéenne que l'on peut arbitrairement décomposer en stades. La déformation cornéenne est logiquement corrélée à la qualité de l'image rétinienne, mais elle n'est pas toujours bien corrélée à la qualité de vision ou à la qualité de vie du patient. En effet, l'évaluation de l'acuité visuelle est perturbée par la nature varifocale du dioptré cornéen, surtout chez des patients jeunes qui accommodent beaucoup et plissent les yeux pour ajuster l'ouverture numérique.

La qualité de vie dépend du caractère symétrique entre les deux yeux : le KC unilatéral est souvent découvert tardivement avec un faible handicap au quotidien, contrairement aux formes bilatérales relativement symétriques significativement plus développées et handicapantes. La localisation topographique de la déformation joue également sur la qualité de vision. Les formes les plus centrales sont rapidement plus délétères que celles périphériques, en fonction du recrutement de l'image par le jeu pupillaire. Dans tous les cas, la vision nocturne est largement plus dégradée que la vision diurne.

Enfin, s'il est vrai que le stade de gravité est inclus dans les facteurs de risque de progression, il existe de nombreux paramètres qui conditionnent la prédiction de ce risque. Les principaux reconnus sont : le jeune âge, l'hérédité, l'inflammation de la surface, l'atopie, la cornée fine et, bien évidemment, les microtraumatismes répétés.

Il est important en 2023 de rénover la classification de sévérité de déformation de la cornée dans le KC car, d'une part, les moyens d'imagerie ont beaucoup progressé et, d'autre part, les études portant sur le KC

doivent mieux harmoniser la catégorisation des patients. Il n’y a pas eu de consensus récent sur ce sujet.

Historique et limites des classifications

La classification de la sévérité du KC a évolué avec notre compréhension de la maladie et les moyens d’analyse de la forme de la cornée. La classification la plus célèbre est celle d’Amsler-Krumeich (AK) de 1949. Elle est fondée sur quatre critères :

- la réfraction (équivalent sphérique);
- l’examen à la lampe à fente (transparence);
- la pachymétrie centrale ultrasonique;
- la kératométrie centrale obtenue par topographie spéculaire.

Assez librement adaptée dans son usage, elle reste largement d’actualité de nos jours. Chaque critère a le même poids, le plus sévère emportant le stade de sévérité. Son pas entre deux stades est non linéaire pour les données chiffrées et ne distingue que quatre stades. Elle décrit mieux la progression des stades les plus sévères que les stades les plus débutants. Si elle était appliquée à la lettre, elle serait biaisée par la mesure de la réfraction, la délocalisation du point le plus fin et la présence d’opacités cornéennes, qui sont des paramètres souvent décorrélés de la sévérité réelle de la déformation. Dans les études modernes, cette classification est souvent adaptée et ne comporte plus que le SimKmax (kératométrie moyenne sur le périmètre central de 3 mm autour du vertex) associé au point de pachymétrie le plus fin (CTP).

D’autres classifications ont vu le jour ultérieurement. La classification d’Alio (2006) utilise l’aberrométrie

cornéenne, l’astigmatisme interne et le coefficient d’asphéricité cornéen (Q), et garde la réfraction comme critère associé. Ces critères aberrométriques sont grandement variables en fonction des logiciels d’exploitation et en fonction de la position de l’apex.

La classification de Belin (2015) est fondée sur l’utilisation du topographe Scheimpflug Pentacam (Oculus), une des machines les plus diffusées de nos jours. Elle propose le *grading system ABCD* avec la mesure kératométrie moyenne sur les aires de 3 mm antérieure et postérieure centrées sur l’apex (point le plus cambré – ARC-PRC), le CTP et l’acuité visuelle.

Enfin, la classification dite histologique de Sandali (2013) est à citer car elle regarde la sévérité en coupes OCT horizontales centrées sur l’apex. C’est une classification qui prend en compte le ratio entre le stroma et l’épithélium cornéen (bombement), tantôt aminci pour les stades débutants et épaissi pour les stades tardifs (fibroses).

Globalement, on observe une adaptation des classifications avec les outils que nous fournissent les progrès de l’imagerie cornéenne, du Placido qui ne montre pas bien la périphérie, à l’élévation qui donne accès à la face postérieure, puis à l’OCT qui aborde la pachymétrie épithéliale et donne un accès au-delà des 10 mm. Ainsi, il devient possible de mesurer plus justement les trois critères morphologiques qui nous semblent indispensables pour définir la déformation cornéenne du KC : le bombement, l’amincissement et l’asymétrie. Cependant, aucune classification n’est à ce jour totalement cohérente avec ce principe, pourtant bien relié à la physiopathologie à présent bien connue de progression du KC.

	Amsler-Krumeich, 1949	Alio <i>et al.</i> , 2006	Belin <i>et al.</i> , 2015	Touboul <i>et al.</i> , Bordeaux, 2022
Technologies	Placido spéculaire	Aberrométrie cornéenne	Scheimpflug Pentacam élévation	OCT SS élévation
Bombement	SimKmax 3 mm (vertex)	NON	ARC/PRC 3 mm (apex) <i>ABCD grading system</i>	Kapex
Asymétrie	NON	Q factor 8 mm Coma 6 mm AST interne	NON	KAA Delta entre point le plus cambré et le plus plat dans les 10 mm centraux
Amincissement	Corneal central thickness (CCT)	NON	CTP	CTP
Autres	ES réfractif Opacités cornéennes	Acuité visuelle	Acuité visuelle	NON

Tableau I : Comparaison des différentes classifications de sévérité du kératocône. ARC : anterior radial curvature ; CTP : corneal thinnest point ; ES : équivalent sphérique ; KAA : keratometric asymmetry amplitude ; PRC : posterior radial curvature.

central que celle d'un KC périphérique (contrairement à un I-S ou à un ARC par exemple). Le KC central génère une aberration d'asphéricité dominante, le KC périphérique une aberration comatique dominante, le gradient de courbure correspondant est mesurable dans les deux

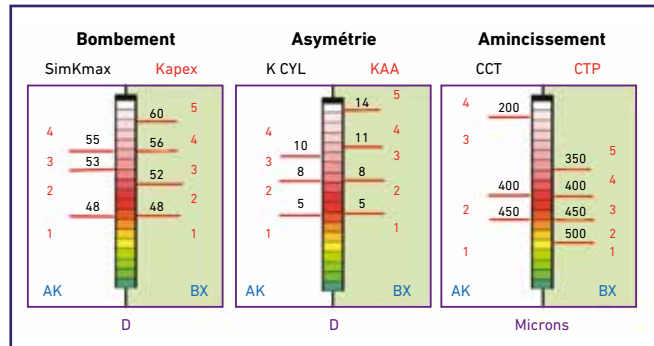


Fig. 4 : Comparaison des paramètres de la classification d'Amsler-Krumeich adaptée à l'OCT (AK, fond blanc) et de Bordeaux (Bx, fond vert) qui indique les intervalles et les bornes en Dioptries (D) et en microns.

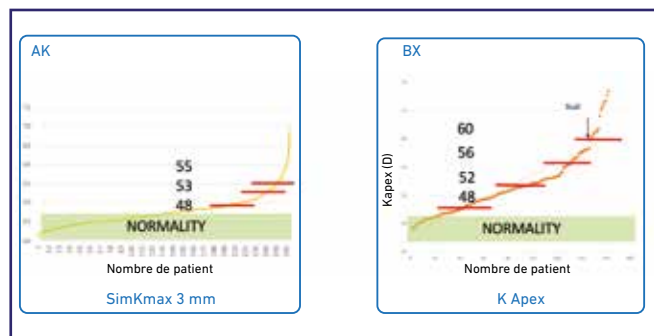


Fig 5 : Comparaison descriptive de la répartition du critère de bombement entre la classification AK et Bx pour 280 patients inclus. Le Kapex est beaucoup plus linéairement représenté et les intervalles permettent une gradation plus homogène avec la classification de Bx (d'après Ghomashchi *et al.*).

cas avec l'indice KAA, proportionnellement à la déformation. Le critère d'amincissement reste mesuré à l'apex au point le plus fin (CTP).

Notre classification comporte cinq stades de sévérité avec une échelle linéaire. Chacun des trois paramètres a une force équivalente pour déterminer le stade, le critère le plus fort des trois détermine le stade. Un score des trois items serait peut-être intéressant également. Une pondération de la force des items pourrait aussi intervenir car il est logique de penser que le KAA est plus informatif sur la sévérité que le Kapex, lui-même plus informatif que le CTP. Les deux derniers paramètres sont génétiquement conditionnés et donc moins pertinents pour des comparaisons interindividuelles. Ils restent néanmoins importants pour le suivi de la déformation dans le temps. Il serait peut-être plus logique de mesurer le gradient d'amincissement entre la zone la plus fine et la plus épaisse de la cornée également : cette piste est à l'étude à Bordeaux.

Pour valider cette nouvelle approche, une étude préliminaire a été menée au CNRK en 2022 pour tester la supériorité de cette nouvelle classification comparée à celle d'AK, adaptée à l'OCT (thèse de Nathalie Ghomashchi ; *fig. 4*). Le résultat est sans appel sur l'intérêt de modifier les critères, les intervalles et les bornes de la classification de sévérité du KC. L'étude statistique a pris comme référence le critère d'aberration comatique cornéenne pour comparer les deux classifications et a bien montré une plus forte corrélation avec la nouvelle classification de Bordeaux, la répartition des

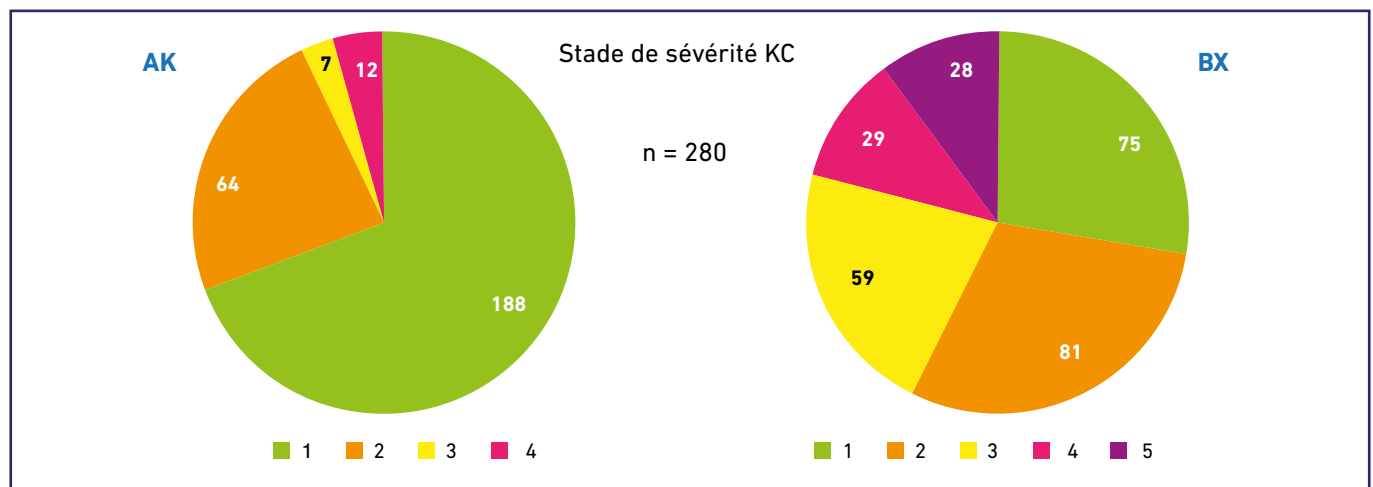


Fig 6 : Résultat descriptif des stades de sévérités du kératocône dans la population étudiée avec les deux classifications (n = 280). La répartition est beaucoup plus homogène avec la classification de Bx (d'après Ghomashchi *et al.*).

280 patients inclus montre aussi une meilleure homogénéité des stades (fig. 5 et 6).

L'étude détaillée vient d'être soumise à publication et fait l'objet d'une prolongation de l'évaluation au CRNK.

Conclusion

L'actualisation de la classification de sévérité est en cours à l'occasion de l'essor des topographes OCT mis à notre disposition depuis les cinq dernières années. L'association de critères de bombement, d'asymétrie et d'amincissement de la cornée devrait permettre une caractérisation plus juste pour le suivi des patients et l'homogénéité des études. Les modalités exactes de cette classification restent à valider de manière prospective et collaborative.

Pour en savoir plus

- ALIÓ JL, SHABAYEK MH. Corneal higher order aberrations: a method to grade keratoconus. *J Refract Surg Thorofare NJ*, 1995; 2006;22:539-545.
- AMSLER M. Kératocône classique et kératocône fruste; arguments unitaires. *Ophthalmologica*, 1946;111:96-101.
- BELIN MW, DUNCAN JK. Keratoconus: The ABCD Grading System. *Klin Monatsbl Augenheilkd*, 2016;233:701-707.
- BELIN MW, VILLAVICENCIO OF, AMBRÓSIO RR. Tomographic parameters for the detection of keratoconus: suggestions for screening and treatment parameters. *Eye Contact Lens*, 2014;40:326-330.
- DEMIRBAS NH, PFLUGFELDER SC. Topographic pattern and apex location of keratoconus on elevation topography maps. *Cornea*, 1998;17:476-484.
- GOMES JAP, TAN D, RAPUANO CJ *et al.* Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea*, 2015;34:359-369.
- KAMIYA K, ISHII R, SHIMIZU K *et al.* Evaluation of corneal elevation, pachymetry and keratometry in keratoconic eyes with respect to the stage of Amsler-Krumeich classification. *Br J Ophthalmol*, 2014;98:459-463.
- KANCLERZ P, KHORAMNIA R, WANG X. Current developments in corneal topography and tomography. *Diagnostics*, 2021;11:1466.
- KRUMEICH JH, DANIEL J, KNÜLLE A. Live-epikeratophakia for keratoconus. *J Cataract Refract Surg*, 1998;24:456-463.
- MCMAHON TT, SZCZOTKA-FLYNN L, BARR JT *et al.* A new method for grading the severity of keratoconus: the Keratoconus Severity Score (KSS). *Cornea*, 2006;25:794-800.
- RABINOWITZ YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol*, 1998;42:297-319.
- SANDALI O, EL SANHARAWI M, TEMSTET C *et al.* Fourier-domain optical coherence tomography imaging in keratoconus: a corneal structural classification. *Ophthalmology*, 2013;120:2403-2412.
- SHAJARI M, FRIDERICH S, POUR SADEGHIAN M *et al.* Characteristics of corneal astigmatism of anterior and posterior surface in a normal control group and patients with keratoconus. *Cornea*, 2017; 36:457-462.
- TUNÇ U, AKBAŞ YB, YILDIRIM Y *et al.* Repeatability and reliability of measurements obtained by the combined Scheimpflug and Placido-disk tomography in different stages of keratoconus. *Eye*, 2021;35:2213-2220.
- YANG Y, PAVLATOS E, CHAMBERLAIN W *et al.* Keratoconus detection using OCT corneal and epithelial thickness map parameters and patterns. *J Cataract Refract Surg*, 2021;47:759-766.

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

Prise en charge du kératocône en 2023



M. ASSOULINE

Clinique de la Vision et Centre Iéna Vision, PARIS.
dr.assouline@gmail.com

Le kératocône (KC) est une déformation cornéenne altérant progressivement la fonction visuelle, le plus souvent bilatérale et asymétrique, conséquence d'une possible prédisposition génétique combinée à des facteurs environnementaux, tels que le frottement des yeux, la compression oculaire nocturne ou l'allergie [1].

Un nouveau problème de santé publique ?

Les données épidémiologiques mondiales suggèrent une prévalence entre 0,2 et 4790 pour 100 000 personnes, et une incidence entre 1,5 et 25 cas pour 100 000 personnes par an [2]. Il existe d'importantes variations liées à la méthode de dépistage et à l'origine ethnique géographique. La prévalence serait en fait de l'ordre 3 % autour d'un épicode est-méditerranéen (mésopotamien) originel, de 3 ‰ en Europe occidentale et inférieure à 3 pour cent mille dans les régions plus éloignées de l'hémisphère nord. Le KC est plus fréquent chez les apparentés au 1^{er} degré des patients atteints (30 à 50 %), chez les candidats à une chirurgie réfractive (7 à 11 %)

et possiblement, selon une littérature déjà plus ancienne, dans de très nombreuses maladies de système [1, 3].

Le KC se développe le plus souvent dans les deuxième et troisième décennies de la vie et se stabilise dans la quatrième décennie pour des raisons mal comprises. Cette particularité s'expliquerait, selon nous, par de la réduction du frottement oculaire liée à la maturité comportementale, et à la perte de l'accommodation et de la blépharite accommodative associée. Le kératocône strictement "unilatéral" se bilatéralise cependant dans 50 % des cas en une quinzaine d'années.

Récemment, une possible augmentation de l'incidence chez les enfants de plus en plus jeunes a été suggérée [4] et un cas a été documenté dès 4 ans [5]. Il est vraisemblable que la prévalence des formes plus sévères soit fortement influencée par le faible niveau socio-éducatif, les différentes formes de déficit intellectuel ou certaines anomalies comportementales.

Évolution de la déformation cornéenne, dégradation de la qualité de vision, blépharite accommodative et frottement oculaire forment une boucle d'amplification à bas bruit qui précède le stade clinique de la maladie

Initialement, le KC entraîne une modification localisée de la courbure cornéenne stromale postérieure puis antérieure, responsable de deux conséquences :

>>> Amincissement épithélial sus-jacent :

- L'épaisseur épithéliale étant directement proportionnelle au rayon de courbure stromal sous-jacent ;
- précédant l'amincissement stromal secondaire.

>>> Majoration des aberrations optiques d'ordre supérieur (HOA) de type aberration sphérique et *coma* entraînant :

- une dégradation de la qualité de vision;
- un astigmatisme irrégulier et/ou une myopie évolutifs;
- une blépharite accommodative et un prurit oculaire associé.

Le diagnostic du KC à un stade précoce (formes frustes ou débutantes, notamment dans un contexte d'indication à la chirurgie réfractive kérato-ablative par LASIK ou SMILE) s'appuie donc sur le recueil des facteurs de risque personnels (allergie, frottement oculaire, évolutivité de la myopie et de l'astigmatisme au-delà de la fin de la croissance) ou familiaux (antécédents de KC chez les apparentés au 1^{er} degré), mais surtout sur :

- l'interprétation de l'asphéricité et de la carte pachymétrique cornéennes par la topographie d'élévation au moyen d'algorithmes d'intelligence artificielle;
- l'analyse de l'amincissement localisé de l'épithélium par l'OCT cornéen (préférentiellement de type *spectral domain* que *swept source*);
- l'interprétation des aberrations optiques d'ordre supérieur documentées par l'aberrométrie du front d'onde.

L'association d'une déformation irrégulière, d'une majoration de la courbure locale et d'un amincissement de la cornée définit le concept d'ectasie, dont l'évolution relativement autonome est déterminée par l'interaction complexe de lois physiques (loi de Laplace-Gauss sur la mécanique des segments de sphères à paroi mince) [6-8], de microtraumatismes oculaires mécaniques et de possibles modifications structurelles, biochimiques ou cellulaires du tissu cornéen.

La blépharite accommodative, qui est la conséquence de la perte de qualité de vision prolongée malgré une acuité non corrigée ou corrigée conservée, est, selon nous, le facteur déterminant principal d'un comportement pathologique de frottement oculaire (durée, fréquence, intensité mécanique, contact osseux des phalanges en lieu et place des pulpes), aggravant progressivement la déformation cornéenne.

Par la suite, l'aggravation de cette déformation cornéenne contribue à la distorsion conique (protrusion de l'apex) caractéristique, à un amincissement stromal couplé à des plis de compression descemetique et un dépôt de ferritine annulaire intraépithélial facilement identifiables par l'examen biomicroscopique. Cette déformation significative entraîne un astigmatisme irrégulier

responsable d'une baisse de l'acuité visuelle, corrigée en lunettes.

Traiter précocement les causes plutôt que tardivement les conséquences ?

Malgré plus d'un demi-siècle de recherches fondamentales, il n'a jamais été démontré de déficit biochimique, protéomique, génomique ou cellulaire primitif du tissu cornéen. Il est très probable que les altérations constatées soient purement secondaires à la déformation mécanique de la cornée ou au frottement oculaire, favorisées par une sensibilité particulière au stress oxydatif inflammatoire (mutation du gène *SOD1*).

Nous avons formulé en 2014 l'hypothèse personnelle très disruptive [6-8] que le kératocône n'est pas initialement une maladie cornéenne et que la survenue des aberrations optiques d'ordre supérieur précède probablement l'apparition de la déformation cornéenne chez l'enfant. Nous pensons que le KC résulte, de façon comparable à la myopie forte, d'un trouble de la régulation du processus emmétropisant du globe oculaire, lié à l'intégration de l'information du message visuel par les cellules bipolaires intrarétiniennes (dont la différenciation est contrôlée par le gène *VSX1* de l'homéobox visuelle humaine, souvent muté dans le KC). Le KC serait donc une maladie primitivement rétinienne. Cette hypothèse controversée a été étayée en 2018 par la démonstration expérimentale que la privation sensorielle chez l'animal entraîne bien, outre l'allongement axial classique du globe, une modification des paramètres biomécaniques et de forme de la cornée [9].

La prise en charge (*fig. 1*) du KC répond dans cette perspective à quatre objectifs interdépendants et complémentaires

1. Comprendre pour mieux le contrôler le mécanisme de dérégulation initial de la forme de la cornée

La compréhension des mécanismes régulateurs du processus emmétropisant de l'œil (longueur axiale, mais aussi courbure cornéenne) a fait l'objet de nombreux travaux théoriques et expérimentaux, dont l'application clinique récente est l'émergence des traitements pharmacologiques ou optiques freinateurs de la myopie. Il n'est pas interdit de penser qu'une telle démarche

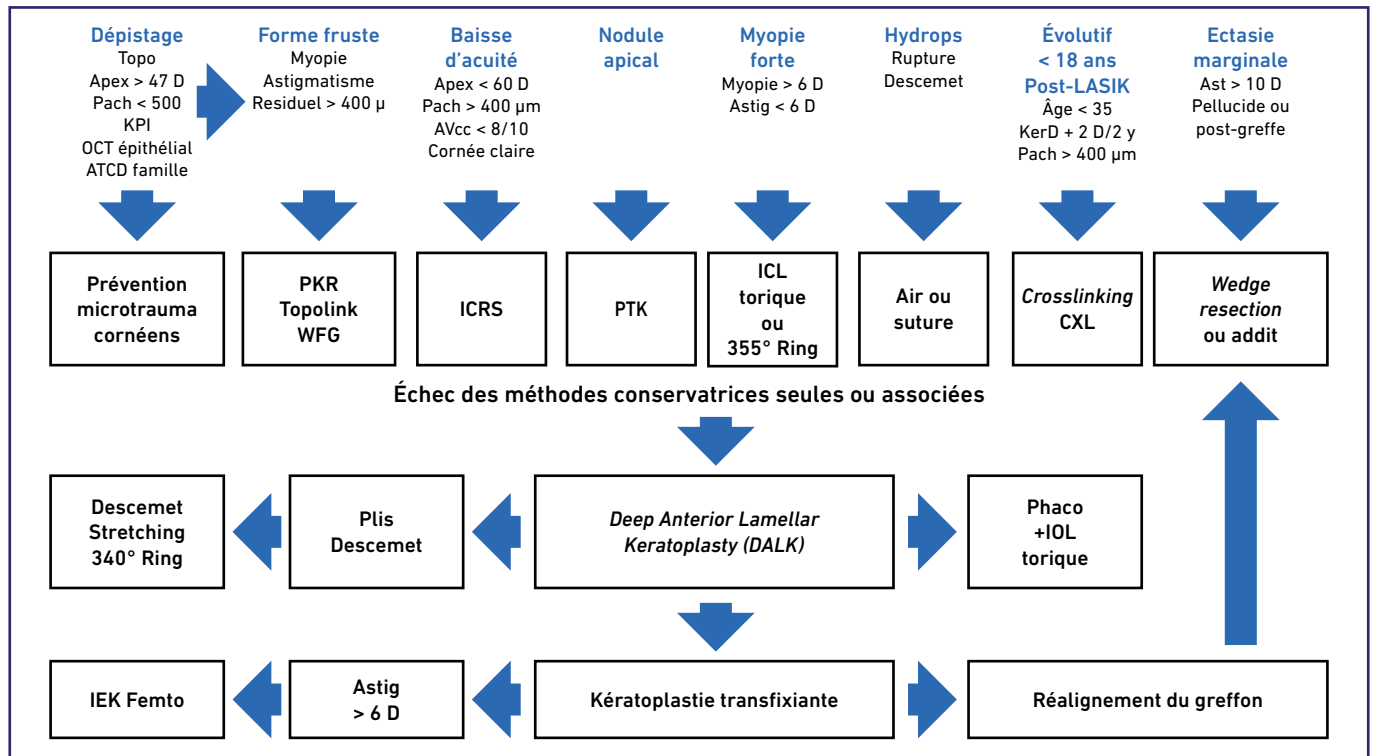


Fig. 1 : Prise en charge chirurgicale du kératocône en 2023.

puisse, dans l'avenir, concerner également le KC, notamment à un stade très précoce, permis par le dépistage systématique chez l'enfant d'âge scolaire.

2. Corriger, ralentir, limiter ou stopper la déformation mécanique évolutive du tissu cornéen

La stratégie actuelle la plus appliquée est la prévention du frottement oculaire associée à l'implantation de segments intracornéens (ICRS) puis éventuellement à un *crosslinking* (CXL ou photopolymérisation du collagène stromal avec la riboflavine activée par les UVA) en cas d'évolutivité résiduelle. La séquence optimale (ICRS ou CXL en premier) est encore débattue. D'autres méthodes sont en cours d'évaluation (kératoplasties lamellaires ou transfixiantes, greffe de couche de Bowman, implantation d'*inlays* intrastromaux allogéniques) [10].

3. Compenser les conséquences optiques de la déformation cornéenne pour améliorer la fonction visuelle au sens large

Le traitement doit contribuer à rétablir la qualité de vision, l'acuité corrigée, et si possible l'acuité non

corrigée et la qualité de vie des patients (dépendances aux lentilles...), à chaque stade, et avec le meilleur rapport "bénéfice x pérennité / risque x coût".

La séquence thérapeutique habituelle est l'enchaînement lunettes > lentilles souples > lentilles rigides perméables au gaz > lentilles spécialisées hybrides ou minisclérales > ICRS > traitement ablatif guidé par la topographie (Topolink) > greffe lamellaire antérieure de cornée > kératoplastie lamellaire profonde prédécémétique (DALK) > greffe transfixiante. Il semble cependant que les ICRS devraient être employés dès l'apparition d'une baisse de la meilleure acuité corrigée en lunettes. Le Topolink peut, le plus souvent, être couplé à un CXL (protocole d'Athènes), sans que le bénéfice additionnel du CXL ait été démontré formellement.

4. Implémenter de façon urgente un dépistage précoce

À ces objectifs thérapeutiques individuels, s'ajoute un objectif de médecine préventive en santé publique, lié à la nécessité impérieuse d'instituer des moyens de dépistage de la maladie chez l'enfant et les adolescents d'âge scolaire, afin de diagnostiquer et de pouvoir stabiliser de

façon optique ou chirurgicale conservatrice les facteurs d'évolutivité de la maladie, avant l'apparition de formes graves invalidantes.

Limiter le frottement oculaire et surveiller l'évolutivité

La prise en charge du KC dépend en pratique de l'âge du patient et du stade de la déformation au moment du dépistage initial, de l'évolutivité de la déformation cornéenne et de la fonction visuelle constatée dans le dossier, puis par les examens successifs.

En général, l'évolutivité est d'autant plus importante que l'âge de détection est plus jeune. La littérature confirme l'importance d'un diagnostic précoce, en raison de la progression plus rapide de la maladie chez les jeunes enfants atteints [11]. Nous avons eu dans notre pratique personnelle des cas d'enfants de 10 à 14 ans dont l'état cornéen s'est dégradé d'un stade encore accessible aux traitements conservateurs à un stade dépassé nécessitant une greffe de cornée en moins de 6 mois.

La limitation du frottement oculaire est la méthode non chirurgicale la plus importante, notamment dans les cas à plus fort risque évolutif (enfant, post-LASIK, statut socio-éducatif défavorisé, déficit intellectuel) [12]. Une prévention efficace du frottement oculaire doit donc être instituée dès le dépistage, par l'éducation et le traitement médical de l'allergie et de la blépharite, avec si nécessaire des moyens plus stricts (masque de protection nocturne). Une surveillance méthodique de l'évolution de la vision et de la forme de la cornée doit être instituée et suivie attentivement par les ophtalmologistes, les patients et leur famille.

Un contrôle évolutif de la vision et de la topographie semble nécessaire tous les 3 mois avant 14 ans, tous les 6 mois avant 18 ans et au minimum tous les ans de 18 à 35 ans.

Les lunettes et les lentilles de contact souples sont suffisantes au stade initial pour améliorer la vision, sans cependant corriger efficacement la *coma* et l'aberration sphérique qui sont les probables "moteurs évolutifs" de la maladie. En fonction de l'évolution de la fonction visuelle, les lunettes et lentilles de contact souples peuvent être remplacées par des lentilles spécialisées,

rigides perméables au gaz, des lentilles hybrides, *piggy-back*, sclérales et minisclérales.

Bien que les lentilles de contact permettent une réhabilitation visuelle souvent très correcte, elles n'arrêtent pas la progression de la déformation cornéenne, sont souvent difficiles à manipuler, s'accompagnent d'un sentiment de dépendance affectant la qualité de vie et génèrent des coûts de santé importants, excédant souvent, en l'absence de prise en charge adaptée par l'assurance maladie publique ou les assureurs santé privés, les possibilités financières des familles ou des patients [12].

Les segments intracornéens : un traitement "non invasif" de première ligne efficace, mais sous-employé ou institué trop tard...

Lorsqu'un astigmatisme irrégulier se développe et pénalise la meilleure acuité visuelle corrigée en lunettes, il semble donc aujourd'hui souhaitable de mettre en œuvre immédiatement les traitements conservateurs chirurgicaux. Car même si les lentilles rigides ou semi-sclérales permettent, le plus souvent, de compenser le défaut optique, elles ne répondent pas à la nécessité impérieuse d'enrayer l'évolution vers une forme anatomiquement plus grave qui pourrait conduire à la nécessité de réaliser une greffe de cornée. La mise en œuvre de plus en plus systématique de ces traitements conservateurs explique une baisse significative des indications de kératoplastie et une amélioration importante du pronostic visuel global du KC ces deux dernières décennies.

Les ICRS sont de micro-arceaux implantables en PMMA placés dans le stroma cornéen pour corriger la déformation cornéenne du KC et ses conséquences optiques. Introduits par Blevatskaya en 1966 pour la correction de la myopie, ils ont été popularisés pour le traitement du KC par Joseph Colin [13].

L'action des ICRS est analogue à celle des baleines de parapluie ou de corset, ou des lattes utilisées pour rigidifier les voiles afin de leur donner une forme régulière par une contrainte mécanique interne. Les ICRS mettent en tension les lamelles stromales cornéennes et "retendent" l'arc géométrique concerné par un effet de *spacer*. La partie centrale du méridien cornéen trop cambré de la cornée est aplatie dans l'axe dans lequel ils sont implantés et la partie distale est bombée.

Cette technique est principalement indiquée dans les cas présentant les critères suivants :

- pachymétrie minimale supérieure à 400 μm ;
- apex topographique inférieur à 60 D de courbure ;
- baisse d’acuité corrigée ou altération de la qualité de vision significative ;
- absence de cicatrice cornéenne significative.

Il s’agit d’une procédure simple et rapide (la tunnellisation au laser femtoseconde prend 7 secondes et l’insertion des ICRS 1 à 4 minutes), très peu invasive (aucune rupture de la barrière hémato-oculaire, cicatrisation en quelques heures) et facilement réversible. Plusieurs modèles commerciaux sont disponibles : Keraring et Keraring asymétriques (Mediphacos), Intacs et Intacs SK (Addition technologies), Ferrara rings (AJL Ophthalmic) et Myoring (Dioptex).

L’effet des ICRS est proportionnel à l’épaisseur et à la longueur d’arc du segment (plus épais et plus long = plus efficace) et inversement proportionnel au diamètre (plus petit = plus efficace), de sorte qu’il est possible de moduler une gamme d’implants pour corriger différentes typologies de déformation cornéenne et d’erreurs réfractives, selon des nomogrammes devenus classiques. L’alignement de l’ICRS se fait, en général, sur l’axe de la zone pachymétrique la plus fine, sur le méridien le plus cambré topographique ou sur l’axe de la *coma* aberrométrique. Lorsque deux segments sont utilisés, un ICRS plus court est en général placé sur la zone la plus plate de la topographie ou les deux ICRS

sont placés de part et d’autre de l’axe de l’astigmatisme. Les grandes longueurs d’arc sont privilégiées pour la correction de la myopie et les courtes longueurs pour la correction des astigmatismes. Les meilleurs résultats réfractifs sont obtenus dans les cas d’un bon alignement du cylindre réfractif et de l’axe topographique le plus plat (à $\pm 15^\circ$ près) [14]. Certains segments dits “asymétriques” ont une épaisseur variable d’une extrémité à l’autre et permettent d’affiner la correction attendue dans certaines formes paracentrales particulières [15].

Les ICRS sont constamment efficaces pour réduire la courbure et l’asphéricité cornéenne, la myopie, l’astigmatisme irrégulier, les aberrations optiques d’ordre supérieur (aberration sphérique et *coma*), et améliorent dans l’immense majorité des cas l’acuité corrigée et non corrigée ainsi que la qualité de vision (fig. 2).

Les résultats réfractifs sont cependant variables selon la typologie de la déformation cornéenne et la réfraction préopératoire, ainsi que l’expérience de l’opérateur. Contrairement à une idée reçue, l’efficacité des ICRS semble plus importante dans les formes avancées ($K_{\text{max}} > 57 \text{ D}$) et le taux de complications n’apparaît pas supérieur à celui du groupe contrôle ($K_{\text{max}} < 57 \text{ D}$) [16]. Ces résultats réfractifs peuvent être complétés par des lunettes, des lentilles simples ou spécialisées, ou des traitements photoablatifs de surface (PTK) guidés par l’aberrométrie ou la topographie cornéenne, ou une implantation d’ICL torique ou d’implant pseudophaque. L’amélioration des

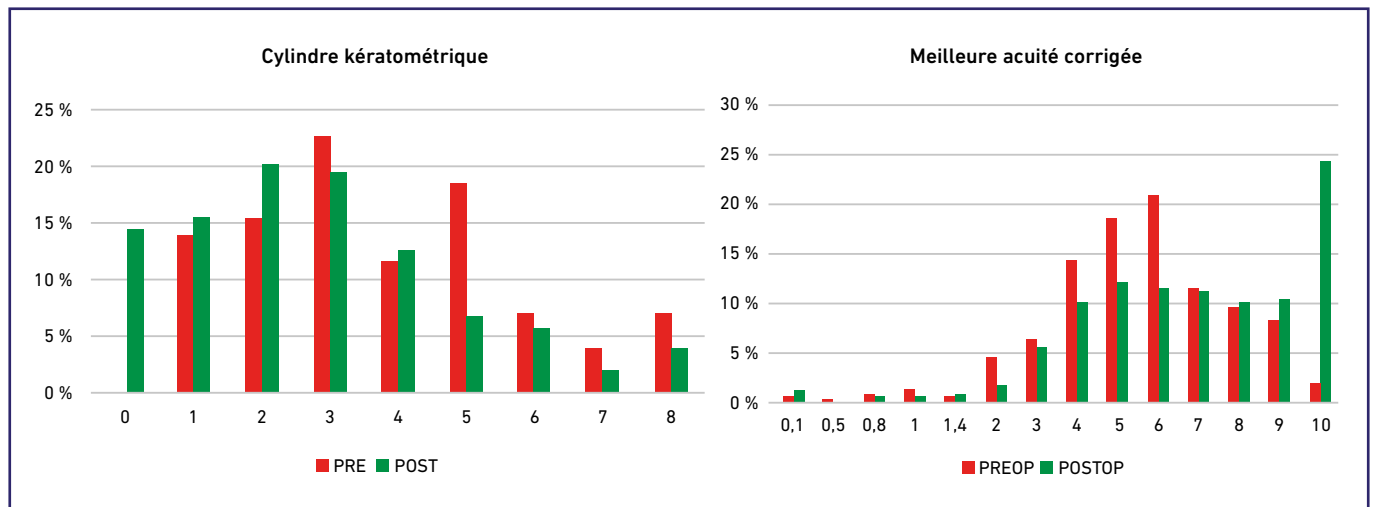


Fig. 2: Résultats des ICRS (série personnelle, n = 491).

aberrations optiques supérieures cornéennes peut être suffisante et stable pour permettre l'implantation de lentilles pseudophaqes multifocales (fig. 3).

Il est à présent relativement admis que l'implantation d'ICRS permet d'améliorer à long terme et de stabiliser la forme de la cornée :

- l'aplatissement progressif de la cornée après implantation se poursuit au moins 5 à 9 ans (fig. 4);
- sur plus de 932 cas suivis de 2 à 10 ans, seulement 2,66 % des yeux des patients âgés de moins de 35 ans ont présenté une progression topographique du KC [17]. Dans une étude de 30 yeux suivis à 5 ans, les paramètres topographiques et aberrométriques se sont améliorés de façon continue et significative [18];



Fig. 3 : Implant multifocal post-Keraring pour kératocône. AVsc à 1 mois : 9/10 P2.

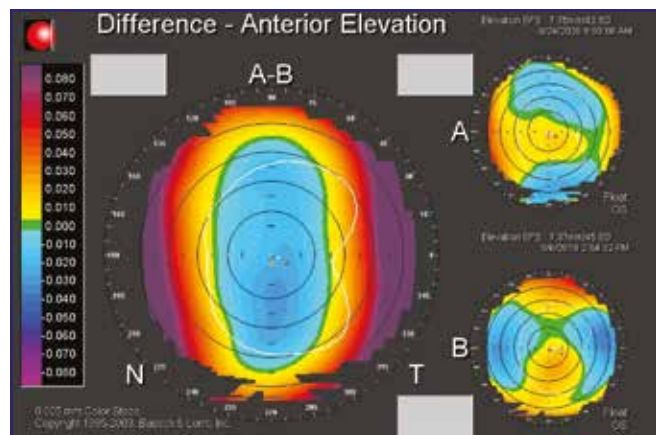


Fig. 4 : Résultat des ICRS : amélioration de la forme cornéenne de la 7^e à la 9^e année postopératoire.

- sur 118 cas pédiatriques, les résultats à 5 ans étaient stables par rapport à ceux constatés à 6 mois [19];
- cet effet de stabilisation est dépendant de l'âge et pourrait être insuffisant dans les formes plus agressives de l'adolescent ou post-LASIK. À 5 ans, seul 1/25 (4 %) cas d'évolutivité résiduelle du KC a été observé chez les sujets de plus de 21 ans. Le risque évolutif était sept fois plus élevé avant 21 ans [20].

Le taux de complications des ICRS semble très minime par rapport au bénéfice attendu. Les effets indésirables sont dominés par la perception initiale de halos lumineux en ambiance scotopique et l'insuffisance de correction réfractive et visuelle.

Les autres complications sont très rares et bénignes. Les infections sont exceptionnelles. Seulement trois cas de kératite infectieuse sur ICRS sur 2160 cas ont été observés [21].

De rares cas d'extrusion par nécrose stromale antérieure aseptique sans conséquences significatives ont été observés. Sur une série personnelle de 680 cas implantés depuis 12 ans, nous n'avons observé que cinq cas d'extrusion par nécrose aseptique stromale antérieure (0,7 %), dont un cas sur kératotomie radiaire et quatre cas en rapport avec un frottement oculaire persistant pathologique en milieu tropical. Dans deux études publiées récemment, ce taux était, sur une période de 10 ans, de 1,58 % sur 2160 cas [21], de 2,6 % sur 572 cas [22] et de 5,5 % sur 643 cas [23]. Dans cette dernière étude, les valeurs moyennes d'acuité visuelle et topographiques étaient meilleures que celles rapportées avant l'implantation des ICRS et l'extrusion des anneaux semble avoir peu de conséquences. De plus, le remplacement des ICRS explantés par des segments allogéniques (*corneal allogenic intrastromal ring segments* ou CAIRS) permettait de maintenir le niveau de réduction des aberrations optiques d'ordre supérieur obtenu avant explantation des ICRS, alors que leur extraction simple permettait une régression des HOA aux niveaux d'avant l'insertion des ICRS.

D'exceptionnels cas (30 cas en tout dans la littérature) d'intrusion des ICRS dans la chambre antérieure ont été décrits, principalement avec le type Intacs et le mode d'implantation manuel, parfois de façon très retardée [24].

Le *crosslinking* : un traitement populaire, probablement utilisé de façon souvent prématurée ou excessive

Le *crosslinking* par photopolymérisation stromale de la cornée (CXL par UVA + riboflavine) est indiqué de façon consensuelle chez les patients dont la pachymétrie est au moins égale à 400 μm et présentant une "évolution significative documentée" de la déformation cornéenne [12]. Expérimentalement, le CXL augmente la résistance mécanique de la cornée de plus de 300 % et le diamètre des fibres de collagène, et améliore la résistance du stroma cornéen à de multiples enzymes de dégradation.

La méthode conventionnelle (protocole standard de Dresde [S-CXL]) a été remplacée en général par le CXL accéléré à haute fluence (A-CXL), d'efficacité comparable, et dans une moindre mesure par des modalités variées sans ablation de l'épithélium (epi-on) pour bénéficier d'une épaisseur cornéenne suffisante et limiter les problèmes de douleur et de risque infectieux postopératoires, au prix d'une réduction de l'efficacité et d'une majoration des complications catractricielles.

Le CXL est très largement employé dans le monde, malgré son caractère plus invasif et sa moindre efficacité pour corriger la forme de la cornée, la réfraction et la qualité de vision, comparativement aux ICRS. Les effets indésirables et complications observés sont aussi plus fréquents et plus sévères que ceux constatés avec les ICRS (douleur, retard de cicatrisation, activation

herpétique, infiltrat stérile, infection, opacification cornéenne). Un aplatissement hypermétropisant progressif de la cornée à long terme a aussi, bien que très rarement, été observé (fig. 5).

L'efficacité du CXL pour stabiliser le KC n'est en réalité pas constante et probablement pas supérieure à celle des ICRS utilisés seuls. À moyen terme, dans une série de 82 yeux suivis de 3 à 5 ans, 17,1 % des cas avaient progressé malgré le A-CXL. Les facteurs de risque étaient liés sans surprise à la sévérité initiale du KC (début précoce, faible acuité, kératométrie élevée et fortes aberrations optiques) [25]. À long terme, dans une série de 42 yeux suivis à 15 ans, la kératométrie moyenne s'était aplatie de 2,7 D, la pachymétrie s'était réduite de 40 μm et 14 % des cas avaient été retraités [26].

Le retraitement par CXL semble bien toléré et relativement efficace [27].

De nouvelles modalités de CXL (iontophorèse, couplage à une PTK épithéliale...) sont en cours d'évaluation [28]. Le CXL en milieu hyperoxique semble être une alternative transépithéliale sûre et efficace, avec vraisemblablement moins de complications et moins d'effets secondaires. Les cornées minces (< 400 μm) peuvent être traitées par inflation cornéenne à l'aide de solutions hypo-osmolaires de riboflavine et en réduisant l'énergie UV appliquée. Le CXL tridimensionnel à deux photons (2 Ph) permettrait une modulation plus précise, sur mesure, de la forme cornéenne à visée réfractive.

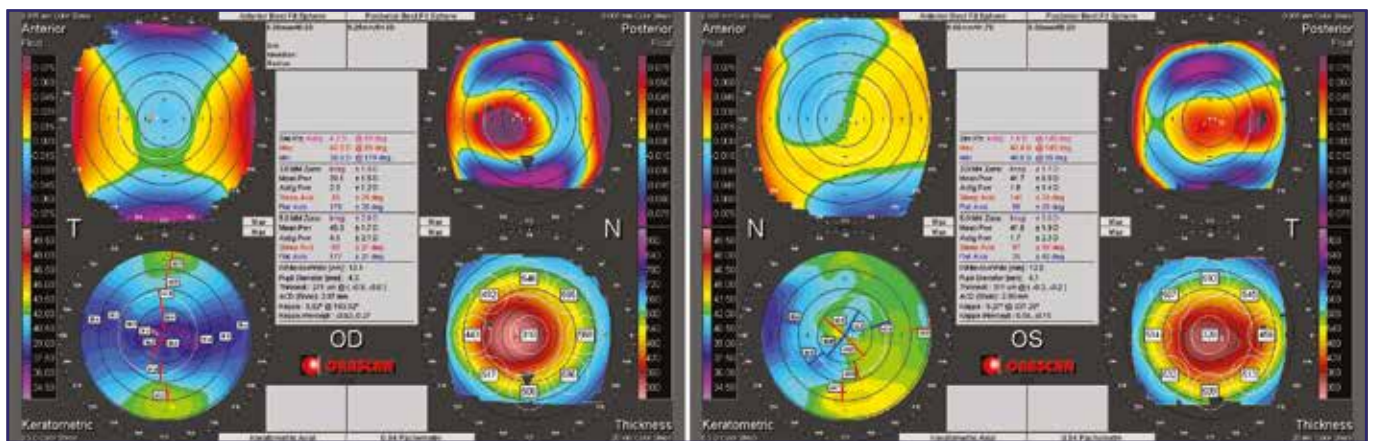


Fig. 5 : Aplatissement cornéen progressif 10 ans après *crosslinking* avec hypermétropisation de 7,50 D (OD) et +6,00 (OG).

Les traitements combinés sont utiles mais aucun protocole ne semble actuellement validé scientifiquement

1. CXL + ICRS

CXL et ICRS peuvent être combinés selon des protocoles variables, simultanément ou séquentiellement. Le CXL préalable semble réduire l'efficacité des ICRS sur le plan de la réhabilitation de la forme cornéenne. Le CXL simultané pourrait être indiqué dans les formes agressives (évolutivité rapide démontrée, post-LASIK, frottement oculaire compulsif ou pathologique incontrôlable).

Cependant, il semble raisonnable dans la majorité des cas de commencer par les ICRS et de n'indiquer le CXL complémentaire qu'en cas d'évolutivité résiduelle de la déformation cornéenne démontrée par les topographies effectuées tous les 6 mois en postopératoire, ce qui dans notre expérience concernerait moins de 5 % des patients.

2. CXL + PTK

La combinaison du CXL avec la PKR partielle/PTK guidée par la topographie (*Athens Protocol: Topography-Guided Partial-Refractive PRK Combined With CXL*), introduite par notre ami John Kanellopoulos, est devenue classique. Sur 144 cas suivis plus de 10 ans, l'amélioration de l'acuité et de la réfraction est très significative, mais on observait 5,6 % de progression de l'ectasie et 3,5 % d'hypermétropisation importante [29]. D'autres modalités de PTK transépithéliale ou de PRK conventionnelle associée au CXL ont été proposées avec des résultats également encourageants [30].

Une métaanalyse de 573 patients suivis à 5 ans suggère que la combinaison CXL + PTK améliore l'acuité corrigée et non corrigée ainsi que les HOA chez les patients kératoconiques faibles à modérés, sans sacrifier la stabilité biomécanique de la cornée [31]. Cependant, cette approche présenterait un risque statistiquement accru de perte visuelle occasionnelle par rapport au CXL seul [32].

3. ICRS => PTK-PKR transépithéliale => CXL

La séquence ICRS => PTK-PKR transépithéliale => CXL semble très efficace pour combiner les avantages d'une correction de la déformation de la cornée, des

aberrations optiques et de la réfraction par les ICRS et la PTK à la stabilisation de la déformation par le CXL. Cette approche est devenue assez consensuelle parmi les experts [33, 34].

La PTK/PKR peut se décliner de façon variable après la pose des ICRS :

- étendue de la zone ablatrice de 4 à 6 mm avec, dans tous les cas, une limitation de la correction réfractive permettant la préservation d'une pachymétrie minimale de 400 μm , autant que possible ;
- ablation guidée par l'aberrométrie (en cas d'acuité relativement conservée et d'HOA modérées < 1,2 μm) ou par la topographie (en cas d'acuité faible et d'HOA élevées > 1,2 μm) ;
- ablation stromale directe ou plutôt transépithéliale (afin de bénéficier de l'effet lissant de l'épithélium et de l'information préopératoire topographique ou aberrométrique originale pour définir le profil ablatif idéal) ;
- association simultanée du CXL ou selon nous retardée de 6 ou 12 mois et uniquement en cas d'évolutivité résiduelle topographique.

Le traitement des formes avancées nécessite une prise en charge plus spécialisée

À un stade avancé, le KC peut entraîner :

- une amétropie majeure non corrigible par ICRS, CXL ou PKR mais pouvant être compensée par des implants phaqes de chambre postérieure torique (ICL Visian Staar) ou par des anneaux intracornéens (Keraring 340 ou Myring) ;
- une cicatrice hyperplasique apicale (nodule de Salzmann) accessible le plus souvent à une PTK focale pour permettre la poursuite de l'adaptation en lentilles ;
- une rupture aiguë de la Descemet avec apparition d'un œdème stromal majeur (hydrops), pouvant être traités par tamponnement intraoculaire gazeux ou sutures transfixiantes ;
- une déformation majeure inaccessible au traitement chirurgical conservateur (au-delà de 60 à 65 D) ou de l'adaptation en lentille (au-delà de 68 à 70 D), nécessitant une greffe de type kératoplastie lamellaire profonde prédescémétique ou transfixiante (KT) ou une greffe de couche de Bowman (BLK).

1. Nodule apical

L'apparition d'un nodule apical cicatriciel (métaplasie fibreuse sous-épithéliale) peut faire l'objet d'un traitement par PTK focale au laser excimer selon un protocole relativement standardisé :

- désépithélialisation centrifuge à partir du centre du nodule ;
- l'épithélium est récliné sur les bords sains adjacents pour les protéger ;
- désactivation de l'*eyetracker* ;
- photoablation en mode myopique étroit pour une correction de -4 à -8 D avec la zone optique la plus petite possible (2-4 mm) ou en mode PTK avec le plus petit diamètre possible (2 à 3 mm).

Cette PTK améliore le plus souvent la kératométrie maximum, la régularité cornéenne, la réfraction, l'acuité et la tolérance aux lentilles.

2. Implants plaques de chambre postérieure ICL toriques Visian Staar

Ces implants sont indiqués pour la compensation optique des amétropies fortes en cas de contre-indication aux kératochirurgies ablatives. La correction du cylindre par l'ICL ne permet pas de régulariser la *coma* et l'aberration sphérique dans le KC [35], mais les résultats visuels sont extrêmement satisfaisants dans toutes les études [36], y compris dans les formes infra-cliniques [37]. Ces implants peuvent être utilisés avec succès en combinaison avec les ICRS, le CXL et la DALK.

3. Greffes de cornée : kératoplastie transfixiante ou lamellaire profonde ?

Les indications de greffe pour le kératocône sont en forte décroissance, en raison d'une meilleure prise en charge plus précoce par les traitements conservateurs [38].

La kératoplastie lamellaire profonde prédescemetique a détrôné, en grande partie, la kératoplastie transfixiante, en raison d'un risque de rejet endothélial plus réduit, d'une réhabilitation un peu plus rapide, d'une réfraction plus stable et de l'avantage d'une moindre fragilisation du globe en cas de traumatisme oculaire. L'aérodisssection stromale postérieure (technique *big-bubble*) s'est imposée comme la méthode de référence par

rapport aux dissections manuelles de type Melles [39] ou assistée par le laser femtoseconde [40].

La possibilité de réaliser un plus grand diamètre (9 mm) avec la DALK par rapport à la KT (8 mm), en raison de la préservation optimale de l'endothélium du receveur à long terme, offre également un avantage théorique du fait d'une meilleure stabilisation mécanique de la périphérie cornéenne réceptrice (prévention de l'ectasie périphérique et de l'extrusion du greffon par glissement de la berge cicatricielle) [41]. La technique opératoire reste difficile et la majorité des opérateurs préfèrent conserver le diamètre classique de 8 mm pour se réserver la possibilité d'une conversion peropératoire en KT en cas de rupture descemetique, toujours possible. La méthode est possible en cas d'antécédent d'*hydrops* (rupture descemetique), mais le taux de complication est plus élevé [42].

Un des problèmes nouveaux soulevés par la DALK est la compression de la Descemet très cambrée du receveur par le greffon plus plat, générant des plis au détriment de la qualité optique de l'interface et de la vision [43]. Nous avons proposé de résoudre ce problème en insérant dans l'interface un anneau de type Keraring 340°, afin de retendre la Descemet par un effet de spacer, avec un succès inattendu [3]. Les ICRS ont également été proposés pour réduire la myopie et l'astigmatisme du greffon, de 3,00 D et 2,00 D en moyenne respectivement [44].

Bibliographie

1. POULIQUEN Y, ASSOULINE M. Keratoconus and pellucid marginal degeneration. *Curr Opin Ophthalmol*, 1992;3:445-457.
2. SANTODOMINGO-RUBIDO J, CARRACEDO G, SUZAKI A *et al.* Keratoconus: An updated review. *Cont Lens Anterior Eye*, 2022;45:101559.
3. ASSOULINE M. Le kératocône est-il une pathologie rétinienne ? Revue annuelle de la Clinique de la Vision, *Réalités Ophtalmologiques*, 2015.
4. MUKHTAR S, AMBATI BK. Pediatric keratoconus: A review of the literature. *Int Ophthalmol*, 2018;38:2257-2266.
5. SABTI S, TAPPEINER C, FRUEH BE. Corneal cross-linking in a 4-year-old child with keratoconus and Down syndrome. *Cornea*, 2015; 34:1157-1160.
6. ASSOULINE M. Keynote lecture, Keratoconus Expert group, ESCRS, London 2014.
7. Assouline 2016
8. ASSOULINE M. Myopie forte et kératocône : 2 pathologies symétriques d'une dérégulation du processus emmétropisant de l'œil ? Revue annuelle de la Clinique de la Vision, *Réalités Ophtalmologiques*, 2018.
9. KANG BS, WANG L-K, ZHENG Y-P *et al.* High myopia induced by form deprivation is associated with altered corneal biomechanical properties in chicks. *PLoS One*, 2018;13:e0207189.

10. BARBOSA GONÇALVES T, FORSETO ADS, MARTINS AL *et al.* Femtosecond laser-assisted Bowman layer transplantation for advanced keratoconus. *Eur J Ophthalmol*, 2022 [online ahead of print].
11. CAPOROSSI A, MAZZOTTA C, BAIOCCHI S *et al.* Riboflavin-UVA-induced corneal collagen cross-linking in pediatric patients. *Cornea*, 2012;31:227-231.
12. GOMES JA, TAN D, RAPUANO CJ *et al.* Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea*, 2015;34:359-369.
13. COLIN 2000.
14. ALFONSO JF, LISA C, MERAYO-LLOVES J *et al.* Intrastromal corneal ring segment implantation in paracentral keratoconus with coincident topographic and coma axis. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:1576-1582.
15. COSKUNSEVEN E, KAYHAN B. Clinical, tomographic, and topometric outcomes of progressive thickness intracorneal ring segment implantations in duck-type keratoconus. *Indian J Ophthalmol*, 2022;70:2939-2945.
16. DOCKERY PW, PARKER JS, MASSENZIO EM *et al.* Intracorneal ring segment implantation in advanced Keratoconus. *Eur J Ophthalmol*, 2023 [online ahead of print].
17. WARRAK EL, SERHAN HA, AYASH JG *et al.* Long-term follow up of intracorneal ring segment implantation in 932 keratoconus eyes. *J Fr Ophthalmol*, 2020;43:1020-1024.
18. KANG MJ, BYUN YS, YOO YS *et al.* Long-term outcome of intrastromal corneal ring segments in keratoconus: Five-year follow up. *Sci Rep*, 2019;9:315.
19. ALFONSO JF, FERNÁNDEZ-VEGA-CUETO L, LISA C *et al.* Long-term follow-up of intrastromal corneal ring segment implantation in pediatric keratoconus. *Cornea*, 2019;38:840-846.
20. DE ARAUJO BS, KUBO L, MARINHO DR *et al.* Keratoconus progression after intrastromal corneal ring segment implantation according to age: 5-year follow-up cohort study. *Int Ophthalmol*, 2020;40:2847-2854.
21. D'ORIA F, ABDELGHANY AA, LEDO N *et al.* Incidence and reasons for intrastromal corneal ring segment explantation. *Am J Ophthalmol*, 2021;222:351-358.
22. NGUYEN N, GELLES JD, GREENSTEIN SA *et al.* Incidence and associations of intracorneal ring segment explantation. *J Cataract Refract Surg*, 2019;45:153-158/
23. KOZHAYA K, MEHANNA CJ, JACOB S *et al.* Management of anterior stromal necrosis after polymethylmethacrylate ICRS: explantation versus exchange with corneal allogenic intrastromal ring segments. *J Refract Surg*, 2022;38:256-263.
24. MOSHIRFAR M, MILNER DC, MARTHESWARAN T *et al.* Delayed perforation of an intrastromal corneal ring segment into the anterior chamber: a case report and review of the literature. *Case Rep Ophthalmol*, 2021;12:740-748.
25. SOT M, GAN G, FRANÇOIS J *et al.* Risk factors for keratoconus progression after treatment by accelerated cross-linking (A-CXL): A prospective 24-month study. *J Fr Ophthalmol*, 2021;44:863-872.
26. RAISKUP F, HERBER R, LENK J *et al.* Corneal crosslinking with riboflavin and UVA light in progressive keratoconus: Fifteen-year results. *Am J Ophthalmol*, 2023 [online ahead of print].
27. VOROBICHIK BERAR O, ROTENBERG M, BERGER Y *et al.* Safety and efficacy of repeated corneal collagen crosslinking in progressive keratoconus. *Cornea*, 2023;42:423-428.
28. LIU Y, SHEN D, WANG HY *et al.* Independent-effect comparison of five crosslinking procedures for Progressive Keratoconus based on Keratometry and the ABCD Grading System using Generalized Estimating Equations (GEE). *BMC Ophthalmol*, 2023;23:16.
29. KANELLOPOULOS AJ. Ten-year outcomes of progressive keratoconus management with the Athens protocol (topography-guided partial-refraction PRK combined with CXL). *J Refract Surg*, 2019;35:478-483.
30. GRENTZELOS MA, LIAKOPOULOS DA, KANKARIYA VP *et al.* Three-year results of simultaneous transepithelial phototherapeutic keratectomy and conventional photorefractive keratectomy (Cretan Protocol Plus) followed by corneal crosslinking for keratoconus. *Cornea*, 2022 [online ahead of print].
31. EZZELDIN M, FILEV F, STEINBERG J *et al.* Excimer laser treatment combined with riboflavin ultraviolet-A (UVA) collagen crosslinking (CXL) in keratoconus: a literature review. *Int Ophthalmol*, 2020;40:2403-2412.
32. BORGARDTS K, MENZEL-SEVERING J, FISCHINGER I *et al.* Innovations in corneal crosslinking. *Curr Eye Res*, 2023;48:144-151.
33. DEBONO C, SMADJA D, SAUNIER V *et al.* Sequential intracorneal ring segment implantation followed by transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal cross-linking. *J Fr Ophthalmol*, 2022;45:1117-1125.
34. LEE H, KANG DSY, HA BJ *et al.* Visual rehabilitation in moderate keratoconus: combined corneal wavefront-guided transepithelial photorefractive keratectomy and high-fluence accelerated corneal collagen cross-linking after intracorneal ring segment implantation. *BMC Ophthalmol*, 2017;17:270.
35. RAMIN S, SANGIN ABADI A, DOROODGAR F *et al.* Comparison of visual, refractive and aberration measurements of INTACS versus Toric ICL lens implantation; a four-year follow-up. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*, 2018;7:32-39.
36. MOHAMMADPOUR M, HEIDARI Z, HASHEMI H. Updates on management for keratoconus. *J Curr Ophthalmol*, 2017;30:110-124.
37. LI K, WANG Z, ZHANG D *et al.* Visual outcomes and corneal biomechanics after V4c implantable collamer lens implantation in subclinical keratoconus. *J Cataract Refract Surg*, 2020;46:1339-1345.
38. MALLERON V, BLOCH F, ZEVEERING Y *et al.* Evolution of corneal transplantation techniques and their indications in a French corneal transplant unit in 2000-2020. *PLoS One*, 2022;17:e0263686.
39. JAMALI H, SALUOTI R, MAALHAGH M *et al.* Comparison of visual outcomes, keratometric parameters and biomechanical profiles between deep anterior lamellar keratoplasty with big-bubble technique vs. Melles technique for keratoconus: a retrospective study. *BMC Ophthalmol*, 2023;23:69.
40. SORKIN N, HATCH W, MIMOUNI M *et al.* A randomized controlled trial comparing femtosecond-enabled deep anterior lamellar keratoplasty and standard deep anterior lamellar keratoplasty (FEDS Study). *Eye*, 2023 [online ahead of print].
41. LUCISANO A, LIONETTI G, YU AC *et al.* Outcomes of conventional 8.0-mm versus large 9.0-mm diameter deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus. *Cornea*, 2022 [online ahead of print].
42. HÄNDEL A, LÜKE JN, SIEBELMANN S *et al.* Outcomes of deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in keratoconic eyes with and without previous hydrops. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2022;260:2913-2923.
43. OZGUR A, UCGUL AY, CUBUK MO *et al.* Descemet's membrane area and posterior corneal power may predict the Descemet membrane folds after deep anterior lamellar keratoplasty in patients with advanced keratoconus. *Int Ophthalmol*, 2021;41:4017-4024.
44. ARANTES JCD, COSCARELLI S, FERRARA P *et al.* Intrastromal corneal ring segments for astigmatism correction after deep anterior lamellar keratoplasty. *J Ophthalmol*, 2017;2017:8689017.

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

Suivre une greffe de cornée en 2023



J.-L. BOURGES

Université Paris Cité, Ophtalmopôle, Hôpital Cochin, PARIS;
Unité Inserm 1138E17, Centre de recherche des Cordeliers,
PARIS.

drbourges@gmail.com

Dans son dernier rapport, l'Agence de la biomédecine dénombreait 6490 greffes annuelles en 2021 [1]. Les indications évoluent (*fig. 1*), le type de greffe aussi. La proportion des types de greffe évolue en faveur des greffes de plus en plus lamellaires, qu'elles soient antérieures ou postérieures. L'imagerie progresse, l'arsenal thérapeutique s'étoffe, le suivi des greffes s'adapte donc logiquement.

Pour chacune des indications et techniques de greffe, ainsi que pour chaque praticien, il ne peut pas exister de suivi univoque. Celui-ci s'adapte nécessairement aux conditions de greffe, à la technique chirurgicale, à

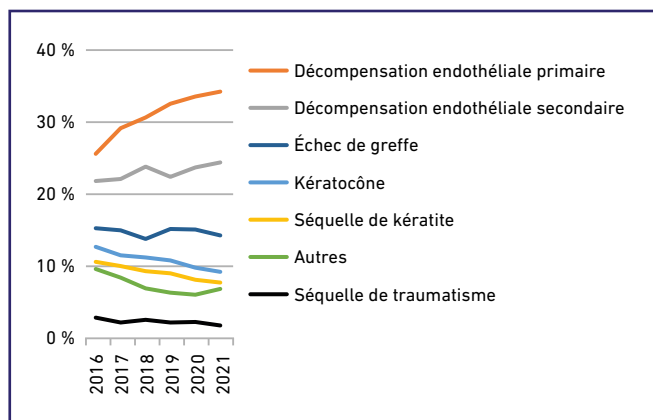


Fig. 1 : Évolution des indications de greffe de cornée. Source : Agence de la biomédecine.

l'évolution postopératoire et à son contexte. Aussi les chapitres suivants ne donnent-ils qu'un aperçu trivialement standardisé du suivi de chaque type de greffe allogénique de cornée. Nous n'aborderons pas le sujet des autokératoplasties (transposition, rotation, greffe de limbe cornéen), dont le suivi est très différent.

Kératoplastie transfixiante

Le suivi des kératoplasties transfixiantes (KT) implique une surveillance *via* des examens ophtalmologiques réguliers. En routine, on peut proposer de revoir les patients le lendemain de la greffe, à 1 semaine, 1-2 et 3 mois, 6 mois et 1 an, avant une visite annuelle. Les KT pratiquées pour kératocône méritent d'être revues aussi à 18 mois pour considérer l'ablation des sutures. À chaque visite, en plus d'un examen habituel, il convient de s'attacher à des points de surveillance spécifiques (*tableau I*). Cela permet en outre de rechercher les complications possibles (*tableau II*) [2].

Les explorations utiles pour évaluer l'état de la KT sont principalement l'OCT (*optical coherence tomography*) et la topographie. L'OCT permet l'analyse de la pachymétrie, donc de l'état d'hydratation du greffon. Il observe la congruence entre le bord du greffon et celui du lit receveur, le bon accollement endothélio-descemetique (*fig. 2*). Il permet en outre d'explorer le segment postérieur (macula, nerf optique [NO]). La topographie renseigne principalement sur l'optique de la greffe. Elle qualifie et quantifie l'astigmatisme, elle discrimine sa part irrégulière. Elle permet d'élaborer une stratégie de chirurgie réfractive du greffon pour en améliorer les propriétés optiques et en contrôler le résultat. La microscopie spéculaire n'apporte pas de renseignement exploitable dans le suivi des KT.

Le traitement après KT poursuit 4 objectifs majeurs : compléter la cicatrisation épithéliale, prévenir ou traiter le rejet immun, normaliser l'inflammation et la surface oculaire, prendre en charge les complications associées, principalement les hypertonies oculaires [HTO], les infections et l'œdème maculaire chronique [OMC] secondaire.

Suivi des KT	Postopératoire		Moyen terme			Long terme			
Terme	J0-J8	J8-M1	M1-3		M12-18	A5	A10	A15	A > 15
Risque de rejet	0	Négligeable	Très faible	Croissant	Maximum	Décroissant	Diminué d'1/3	Diminué de 2/3	Diminué > 2/3
Étanchéité	Test fluo J1-J3	Test fluo J8	-	-	-	-	-	-	-
Épithélialisation	OK si désépithélialisé	Si pas confluent : occlusion, corticoïdes locaux ≤ 3	Si pas confluent : GMA, corticoïdes locaux ≤ 3, occlusion, etc.	Si KPS : lubrifiants, pommades	fibrose sous-épithéliale = ablation des sutures	-	-	-	-
PIO	Hypertonie = greffon trop clair Hypotonie = défaut d'étanchéité	HTO = cortico-répondeur aux glucocorticoïdes (GC) ? Pathologie trabéculaire révélée ? Acétazolamide PO	HTO = remplacer Dexa par FluoroM, hypotonisants locaux sauf analogues PG	HTO : discuter goniopunctures, chirurgie filtrante, tt médical, diminuer posologie GC locaux	HTO = analyse selon pachymétrie ++, relai progressif des GC avec CsA locale	Progression fibres NO sur OCT, si CV = Goldmann			
Transparence	Œdème normal		Œdème possible	Transparent	si œdème = rejet ?	Si œdème = rejet ? Maladie du greffon (vieillessement endothélial) ? Dégénérescence Shagreen (vieillessement stromal) ?			
Astigmatisme	Possible gestion de surjet à la LAF	À négliger		Topographie : évaluer la stabilité et l'irrégularité	Chirurgie réfractive du greffon	Contactologie	Évolution du lit de greffe ?		
Sutures	Enfouissement, étanchéité, tension		Tolérance ; infection ; néovaisseaux		Infection, néovaisseaux, rupture		-	-	-
Épaisseur greffon	Augmentée		Normalisation	Normale					
Acuité visuelle	Effondrée	Chiffable	< 3/10 (œil normal) = œdème maculaire ? Astigmatisme trop irrégulier ? Épithéliopathie ?	Stabilisée, correction optique éphémère, contacto possible	Correction optique M3 post-ablation sutures	BAV inexpiquée suspecte : rejet ?			
Néovaisseaux	Préexistants		Nouveau = infection ?	Nouveau = infection ? rejet ?		Nouveau = rejet ? Œdème chronique ?			
Signes de rejet	Aucun		Œdème total		Œdème sectoriel + ligne de Khodadoust, œdème global, BAV, œil inflammatoire		Œdème du greffon sans œdème du lit de greffe		

Tableau I : Points de surveillance spécifiques des KT au cours de leur évolution postopératoire.

Précoces			Tardives		
Défaut d'étanchéité et chambre antérieure étroite	KT		Rejet de greffe allogénique	KT	
Hypertonie aiguë et blocage pupillaire	KT	KLAP	Blocage pupillaire : syndrome d'Urrets-Zavalía	KT	KLAP
Retard de cicatrisation épithéliale	KT	KLAP	Kératopathie microcristalline para-infectieuse	KT	KLAP
Complications liées aux sutures	KT	KLAP	Astigmatisme régulier, irrégulier, géant	KT	KLAP
Kératites infectieuses	KT	KLAP	Hypertonie chronique secondaire	KT	KLAP
Endophtalmie	KT		Défaillance endothéliale progressive	KT	
Hyphéma	KT		Plaie à globe ouvert traumatique	KT	± KLAP
Incarcération de l'iris	KT		Récidive de la pathologie initiale	KT	KLAP
Décollement de Descemet	KT	KLAP	Œdème maculaire cystoïde	KT	± KLAP
Échec primaire	KT	KLAP	Décollement de rétine	KT	± KLAP

Tableau II : Revue des complications possibles après KT et/ou KLAP.

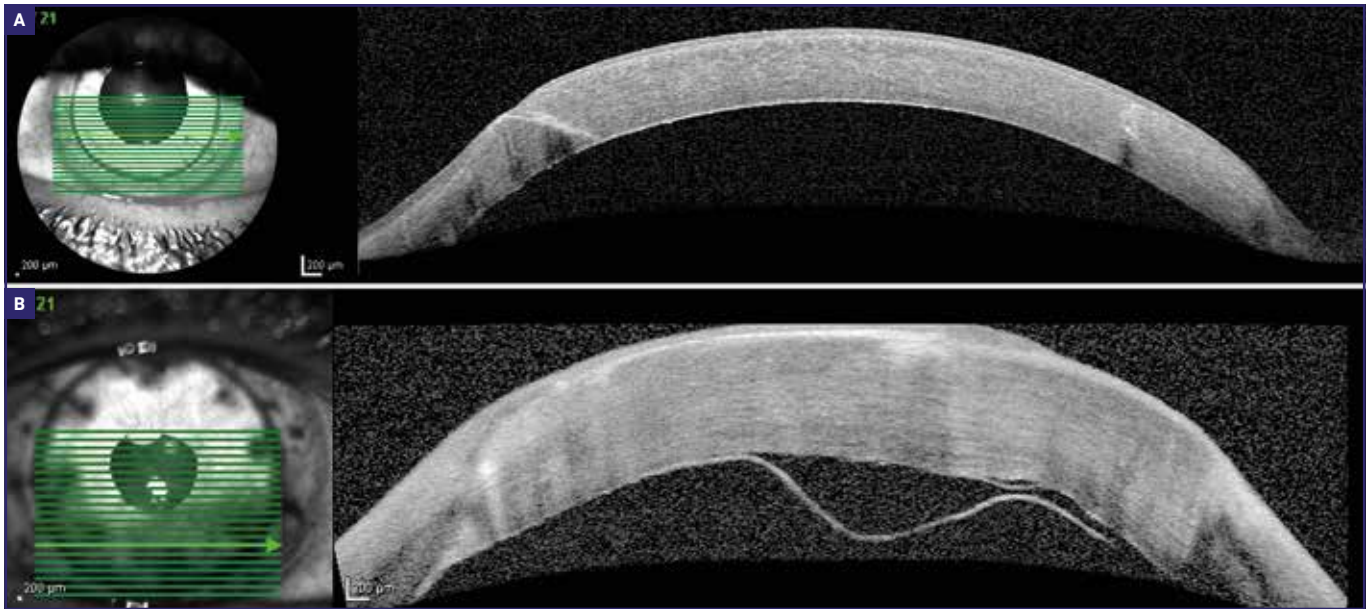


Fig. 2 : OCT d'une KT en coupe passant par le lit de trépanation. **A :** on peut observer une kératolyse progressive du lit de greffe avec un glissement du lit de greffe; il en résulte un astigmatisme géant. **B :** l'OCT révèle que l'œdème sectoriel est lié à un décollement endothélio-descémétique et non à un rejet aigu.

Kératoplastie lamellaire antérieure profonde

Le suivi de la kératoplastie lamellaire antérieure profonde (KLAP) est basé sur celui de la KT. Le suivi postopératoire immédiat est identique. Il s'attache à assurer la cicatrisation épithéliale, à normaliser l'inflammation postopératoire et à restaurer la surface oculaire. À moyen et long terme en revanche, il est considérablement simplifié. En effet, l'absence de risque de rejet endothélial dispense de traitement prophylactique à moyen terme. Bien que des complications restent possibles, leur nombre est significativement diminué (*tableau II*).

De fait, le traitement local par corticoïdes a pour seul but de limiter l'inflammation postopératoire dans les 3 premiers mois et de normaliser la surface oculaire. Ensuite,

il peut être arrêté progressivement et définitivement sur quelques semaines. Aucune prophylaxie antirejet ne s'impose.

Les visites de suivi sont identiques à la KT pour la première année et pour l'ablation des fils, jusqu'à obtenir une réfraction satisfaisante et stable. Ensuite, les visites annuelles ne s'imposent pas comme pour une KT. Au cours des visites, l'OCT et la topographie guident aussi la stratégie. L'OCT précoce assure la qualité de l'interface lamellaire et son accolement total. Ensuite, il explore le lit de greffe et surveille la bonne santé du nerf optique. Il peut même aider à s'assurer qu'il s'agit bien d'une chirurgie lamellaire de KLAP lorsque la distinction clinique est difficile avec une KT et que l'anamnèse n'est pas contributive (*fig. 3*). La topographie, elle, guide la



Fig. 3 : OCT d'une KLAP dont le stroma n'est pas assez transparent pour visualiser l'interface postérieure, évidente sur la coupe qui atteste du caractère lamellaire.

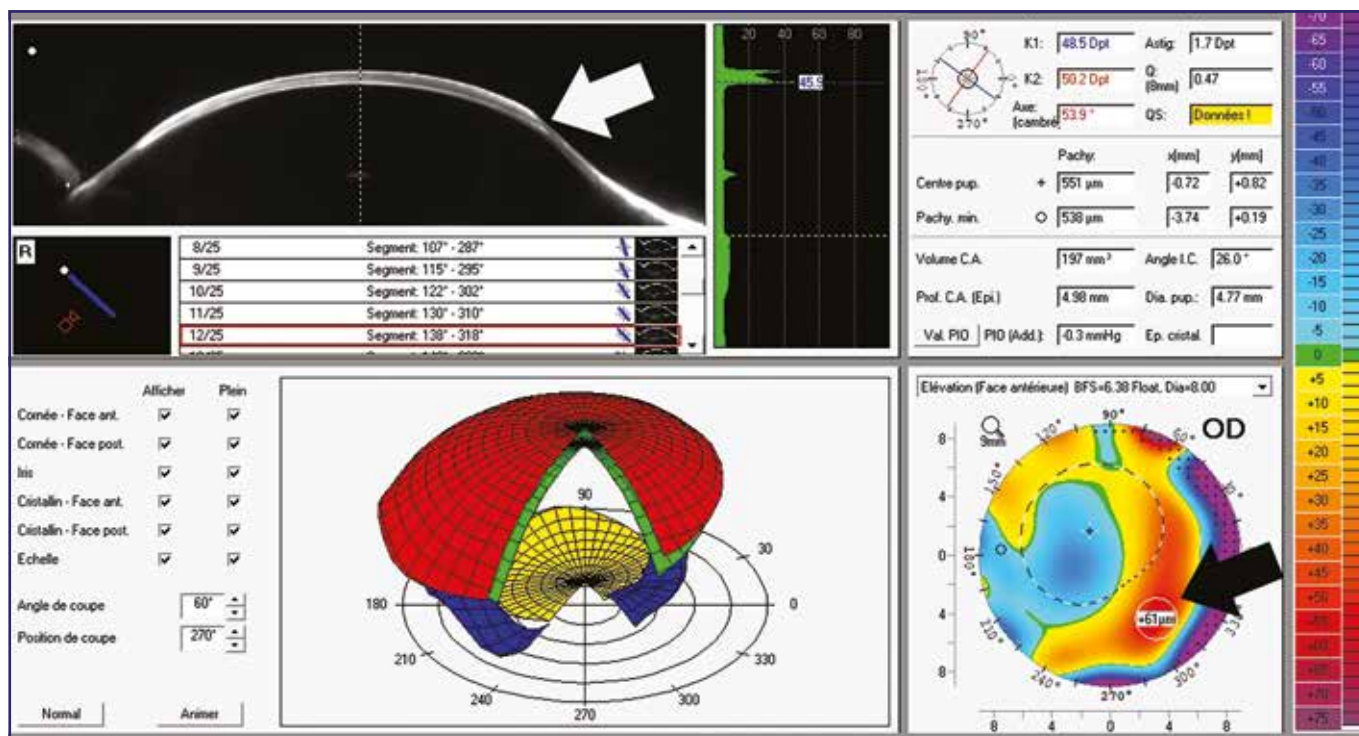


Fig. 4 : Topographie cornéenne post-KLAP qui analyse l'astigmatisme géant (flèche noire) lié à la kératolyse du lit de greffe (flèche blanche) à long terme.

stratégie réfractive comme pour une KT. Elle visualise en particulier l'évolution vers un astigmatisme géant lié à la kératolyse du lit de greffe à long terme (fig. 4). La microscopie spéculaire n'apporte pas non plus de renseignement exploitable dans le suivi des KLAP.

Kératoplastie lamellaire endothélio-descemetique

Par rapport à la KT, le suivi de la kératoplastie lamellaire endothélio-descemetique (DMEK) est plus demandeur au cours du premier mois pour le patient et pour le chirurgien. Il est en revanche considérablement allégé et sécurisé ensuite. En l'absence de chirurgie de surface oculaire

et de sutures, le profil des complications est très optimisé. L'inflammation postopératoire n'est pas tellement différente de celle d'une procédure de phacoémulsification.

Il faut dépister les complications immédiates. Le blocage pupillaire par fermeture de l'angle est lié au passage de gaz de tamponnement en chambre postérieure. Pour éviter le syndrome d'Urrets-Zavalía, il convient de décompresser la chambre postérieure en urgence. Le décollement partiel ou total du greffon peut s'associer à sa luxation ou à son repli. L'OCT visualise parfaitement le greffon de DMEK et indirectement le degré de déturgescence stromale par le changement d'épaisseur totale (fig. 5). Il permet de suivre l'épaisseur cornéenne



Fig. 5 : OCT postopératoire d'une DMEK. On note un petit détachement périphérique, hors de la zone du rhexis endothélio-descemetique (présence de la membrane de Descemet du patient). On observe l'amincissement pachymétrique en regard du greffon DMEK bien appliqué, témoin d'une bonne fonction de ce dernier.

Postopératoire	Statut	Consignes patient	Contrôle chirurgical	Posologie GC locaux
J0-J1	Tamponnement gazeux du greffon	Position 48 h le regard vers le haut au zénith 100 % à J1 puis 70 % à J2	Accolement DMEK Angle ouvert PIO sans aplanation	Entre 4 et 6/J selon l'état épithélial
J7	Cornée éclaircie : DMEK accolée 100 %	Visite à M1	PIO, épithélium	4/J/1M puis 3/J/3M
	Œdème étendu : décollement > 1/5	Position 48 h, visite chaque S jusqu'à l'accolement	OCT Tamponnements hebdomadaires	Entre 4 et 6/J selon l'état épithélial, jusqu'à accolement
	Œdème limité : décollement < 1/5	Repos, visite à J15	OCT de suivi	4/J/S1
J30	Cornée éclaircie : DMEK accolée 100 %	Visite à M3	PIO, épithélium	3/J/3M puis 2/J/3M puis 1/J long terme
	Cornée toujours œdémateuse	Reprise au bloc, visite à J31 puis J37-40	OCT Tamponnement # 3 (gaz fluoré isovolumétrique)	4/J/S1

Tableau III : Exemple de suivi postopératoire immédiat de DMEK. Abréviations : J = jour ; S = semaine ; M = mois ; GC = glucocorticoïde.

dans le temps, et donc la fonction du greffon. La microscopie spéculaire estime la qualité du greffon postopératoire ou après un événement de segment antérieur mais n'apporte pas de renseignement exploitable dans le suivi standard des DMEK.

Un exemple de suivi postopératoire d'une DMEK standard est proposé dans le *tableau III*.

Le risque de rejet endothélial est inférieur à 4 %, et probablement réduit à moins de 1 % en maintenant une corticothérapie minimum à long terme [3].

Kératoplastie lamellaire endothéliale assistée avec stripping de Descemet

Le suivi postopératoire immédiat d'une kératoplastie lamellaire endothéliale assistée avec stripping de Descemet (DSAEK) est similaire à celui d'une DMEK, avec cependant quelques particularités :

- le détachement postopératoire immédiat, et donc la nécessité d'un tamponnement secondaire, est moindre ;
- en cas de détachement, il est plus volontiers global et plus fréquemment responsable de luxation du greffon. L'utilité de son repositionnement n'est pas exceptionnelle, à l'inverse de la DMEK ;
- l'incision nécessaire pour introduire le greffon étant plus large, il est possible qu'une suture ait été posée. Il faut alors prévoir de l'enlever après une semaine.

À moyen et long terme, le risque de rejet d'une DSAEK est estimé autour de 10 %. Il survient à bas bruit et reste

souvent asymptomatique jusqu'à ce que toutes les cellules endothéliales soient consommées. Il est donc important de suivre régulièrement les patients. Il faut impérativement soupçonner un rejet allogénique si une cornée claire greffée de DSAEK paraît l'être moins, même progressivement. À cette condition uniquement, il reste possible de réverser le rejet.

Conclusion

Il reste à ce jour quelques indications à pratiquer la KT. Il ne faut donc pas oublier comment suivre les patients correctement ensuite. Les greffes lamellaires sont désormais la première intention chaque fois que c'est possible. Leur suivi immédiat est assez prenant, mais il est considérablement simplifié à moyen et long terme.

Bibliographie

1. Agence de la Biomédecine (2022, septembre 13). Rapport annuel 2021 - Agence de la biomédecine. <https://rapport-annuel.agence-biomedecine.fr/>
2. BOUCENNA W, BOURGES JL. Kératoplastie transfixiante. *Encyclopédie Medico-Chirurgicale*, 2021;7562:e217-e248.
3. PRICE MO, PRICE FW JR, KRUSE FE *et al.* Randomized comparison of topical prednisolone acetate 1% versus fluorometholone 0.1% in the first year after descemet membrane endothelial keratoplasty. *Cornea*, 2014;33:880-886.

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

Réhabilitation visuelle chirurgicale après greffe de cornée



O. PRISANT

Centre Alma-Vision, Clinique de la Vision, PARIS.
oprisant@gmail.com

Les suites opératoires des greffes de cornée, en particulier des kératoplasties transfixiantes (KT) ou des kératoplasties lamellaires antérieures profondes (KLAP ou DALK), sont souvent marquées par une imprécision réfractive et la présence à terme de fortes amétropies sphéro-cylindriques. Il existe fréquemment un astigmatisme postopératoire qui est souvent irrégulier, asymétrique et parfois majeur, pouvant atteindre 10 dioptries voire plus. Concernant la sphère, on observe une myopisation parfois forte, plus souvent qu'une hypermétropisation. D'importantes aberrations optiques d'ordre supérieur participent également à la baisse de la meilleure acuité visuelle postopératoire.

Anomalies réfractives et moyens de correction optique après la greffe

La correction de ces amétropies sphéro-cylindriques post-greffe peut rarement se faire par verres correcteurs en raison de l'anisométrie et du caractère irrégulier de l'astigmatisme. Les lentilles de contact, surtout rigides, peuvent être une solution efficace pour corriger l'astigmatisme irrégulier ou l'anisométrie. Mais leur

utilisation est parfois limitée par des anomalies de la surface oculaire et par les difficultés d'adaptation ou de tolérance de la part du patient. Il est donc souvent nécessaire, une fois la réfraction stabilisée quelques mois à 1 an après la greffe et surtout après ablation des sutures, d'envisager d'autres chirurgies complémentaires visant une réhabilitation réfractive et visuelle satisfaisante.

Dans cet article, nous passons en revue les différents moyens de correction chirurgicale réfractive après greffe de cornée. Ces moyens de correction peuvent être combinés les uns aux autres. Nous illustrerons le propos à l'aide de plusieurs exemples cliniques. Cette chirurgie réfractive ne concerne pas les suites opératoires des greffes endothéliales (DSAEK et DMEK) dont l'intérêt est justement de ne pas induire d'amétropie postopératoire.

De quels facteurs dépend l'amétropie postopératoire après greffe de cornée ?

1. Facteurs peropératoires

>>> Taille du greffon et du receveur (fig. 1A)

Afin d'optimiser la coaptation du greffon dans le lit du receveur, le diamètre du greffon dépasse souvent de 0,25 mm le diamètre de trépanation du receveur. En cas de forte myopie préopératoire, il peut être préférable de trépaner le greffon et le receveur aux mêmes diamètres de manière à ne pas induire de myopie supplémentaire en faisant bomber le greffon.

>>> Sutures (fig. 1B)

L'amétropie sphéro-cylindrique postopératoire dépend également du nombre et du type de sutures (points séparés ou surjets, ou les deux) et du serrage de ces dernières. Le serrage d'un point accentue le cambrement de l'axe sur lequel se situe ce point et inversement.

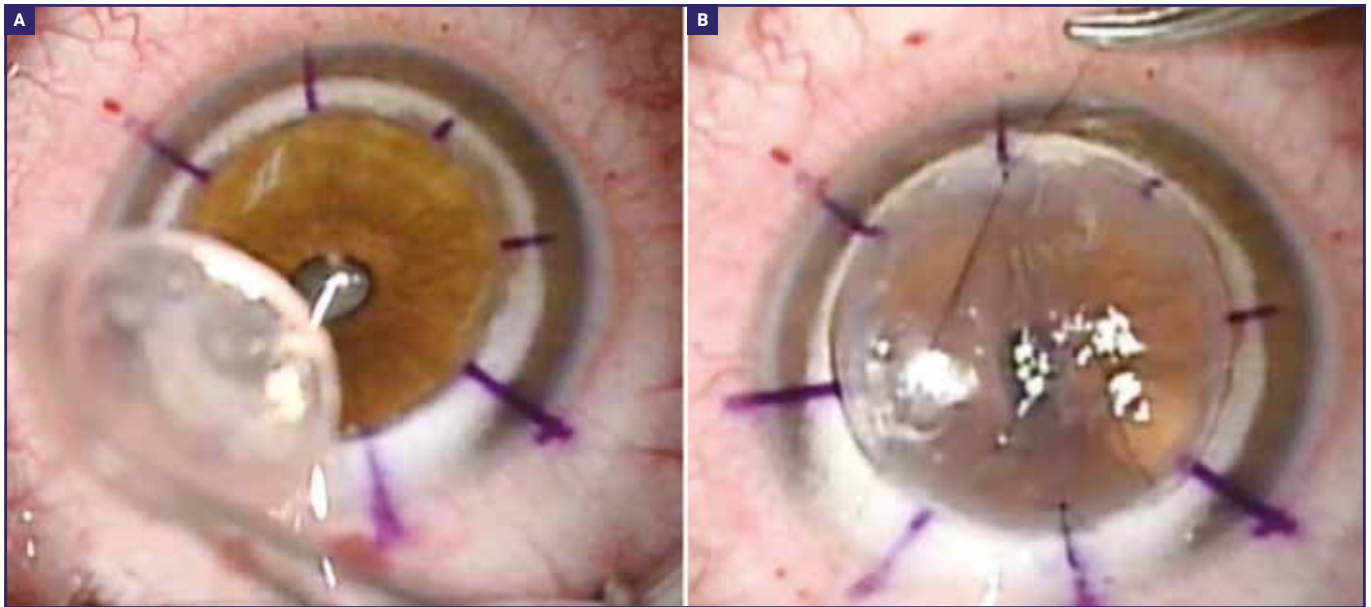


Fig. 1. A : taille du greffon. Afin d'assurer une coaptation parfaite, la taille du greffon est le plus souvent supérieure de 0,25 mm au diamètre de trépanation du receveur. En cas de forte myopie, il est possible de réduire la kératométrie postopératoire en trépanant le greffon et le receveur au même diamètre. **B :** tension des sutures. La tension appliquée aux sutures en peropératoire influence beaucoup l'astigmatisme postopératoire. Plus les points sont serrés, plus cela cambré le méridien et inversement. Il faut veiller idéalement à obtenir la même tension sur toutes les sutures pour générer le moins d'astigmatisme possible.

2. Facteurs postopératoires

La réfraction postopératoire finale, notamment l'astigmatisme postopératoire, dépend de la précocité et du lieu sur lequel seront retirés les points. Plus les points

sont enlevés tôt, plus cela relâche et aplatit le méridien sur lequel est posé le point. L'ablation des points débute 4 à 8 mois après une KT, un peu plus tôt après une KLAP. Elle peut se faire à la lampe à fente et est guidée par la topographie cornéenne (*fig. 2*).

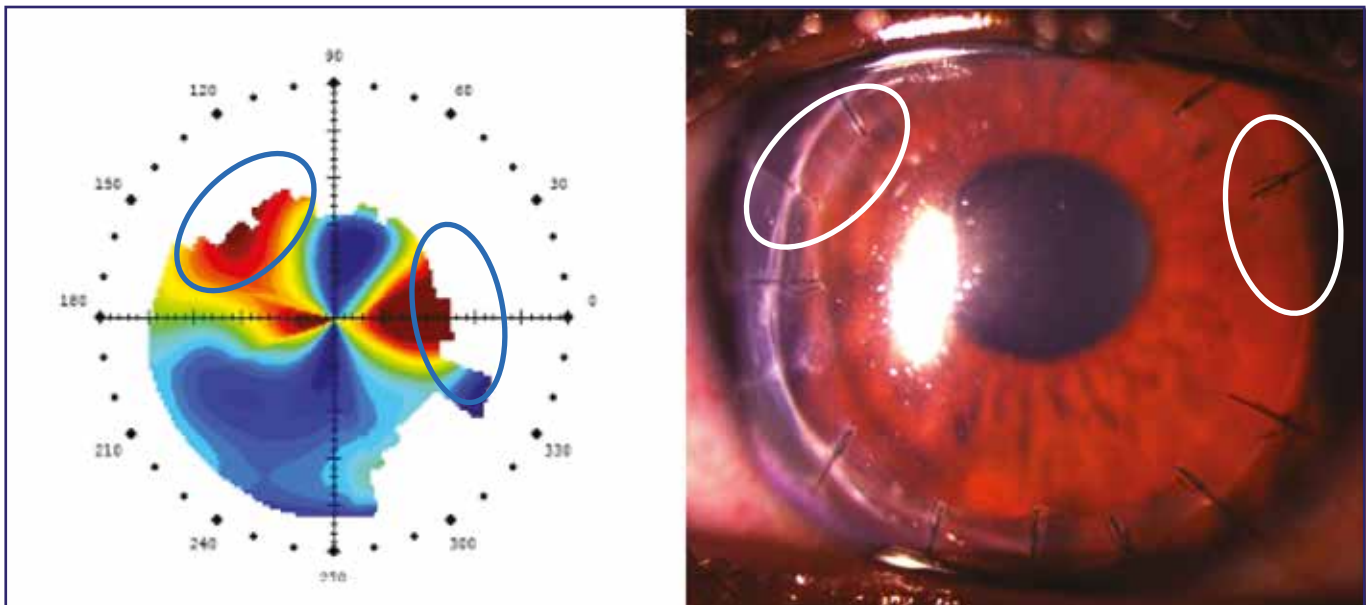


Fig. 2 : Gestion postopératoire de l'astigmatisme, ablation des sutures. L'ablation des sutures débute 4 à 6 mois après une kératoplastie transfixiante ou plus tôt après une DALK. Celle-ci est guidée par la topographie cornéenne. Les sutures situées sur les méridiens les plus cambrés sont retirées en priorité de manière à aplatir ces méridiens et à réduire l'astigmatisme postopératoire. Plus les sutures sont retirées tôt, plus cela a d'effet sur la réduction de l'astigmatisme.

À quel moment envisager une chirurgie réfractive après greffe ?

La chirurgie réfractive visant à réhabiliter une forte amétropie sphéro-cylindrique après greffe de cornée peut s'envisager 3 mois après ablation totale de toutes les sutures et stabilisation réfractive. Au besoin, deux consultations successives à 1 mois d'intervalle permettent de vérifier la stabilité réfractive.

Quelle chirurgie réfractive proposer après greffe de cornée ?

Contrairement à la chirurgie réfractive sur œil sain qui vise une totale autonomie de loin, voire de près, la chirurgie réfractive après greffe de cornée vise une réhabilitation visuelle globale : correction d'un fort astigmatisme, régularisation d'un astigmatisme irrégulier, correction d'une forte myopie ou d'une anisométrie gênante. Cette prise en charge chirurgicale comprend un ensemble de techniques qui peuvent être :

• cornéennes :

- chirurgie incisionnelle : incisions arciformes, résection cunéiforme ;
- chirurgie ablative au laser Excimer : photoablation en PKR ou LASIK $\pm$ couplée à la topographie cornéenne (TopoLink) ;
- chirurgie additive : pose d'anneaux intracornéens.

• intraoculaires par pose d'un implant intraoculaire :

- implants phakes : chez des patients jeunes sans cataracte ;

– implants aphakes (chirurgie du cristallin) : chez des patients plus âgés ou présentant une cataracte, fréquente après une corticothérapie locale au long cours après greffe.

Chirurgie réfractive cornéenne

La chirurgie réfractive cornéenne après greffe peut être soit incisionnelle (incisions arciformes, résection cunéiforme), soit ablative (photablation au laser Excimer), soit additive (pose d'anneaux intracornéens).

Chirurgie cornéenne incisionnelle

1. Incisions arciformes

Le principe est ancien et consiste à relaxer le ou les méridiens les plus cambrés à l'aide d'incisions arciformes ou transverses réalisées sur les méridiens les plus cambrés (fig. 3 à 5). Ces incisions étaient réalisées initialement au couteau diamant. Depuis quelques années, elles sont réalisables au laser femtoseconde, ce qui présente l'avantage de les rendre plus précises, régulières et reproductibles.

Certains nomogrammes permettent de programmer ces incisions : diamètre de la zone optique, longueur angulaire de l'incision, nombre d'incisions. L'effet torique des incisions est d'autant plus marqué que celles-ci sont réalisées sur une zone optique de petit diamètre, que leur longueur angulaire est plus grande et qu'elles sont plus nombreuses (deux paires au lieu d'une paire d'incisions). Le nomogramme des incisions arciformes

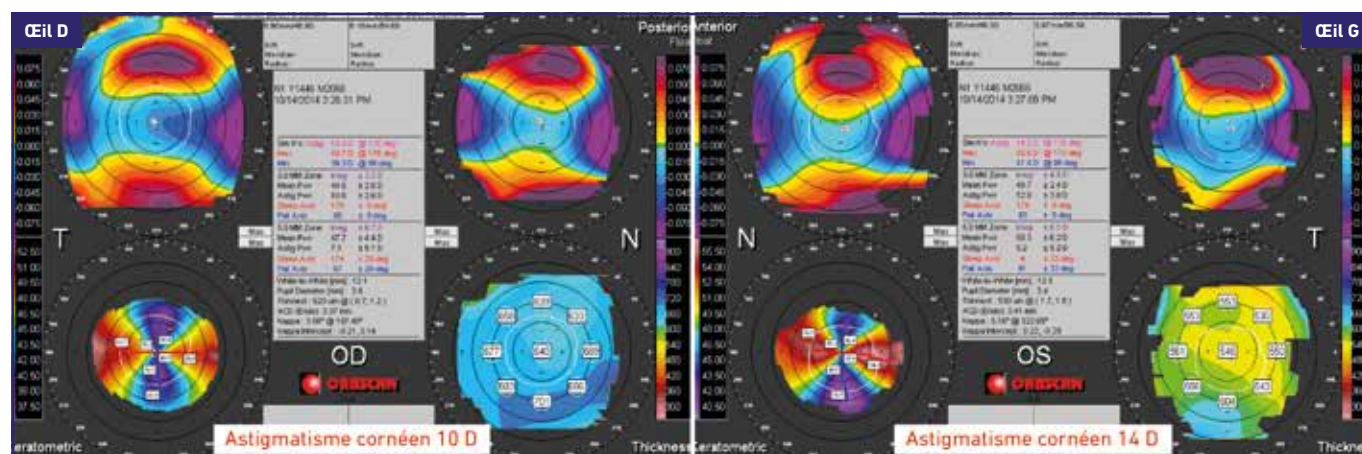


Fig. 3 : Incisions arciformes pour corriger un fort astigmatisme post-greffe. Il s'agit d'un patient âgé de 45 ans ayant un fort astigmatisme post-kératoplastie transfixiante de 10 D à droite et 14 D à gauche. Sa meilleure acuité est à 6/10° de chaque côté avec +0,25 (–8,75) 90° à droite et +0,25 (–8,75) 85° à gauche.

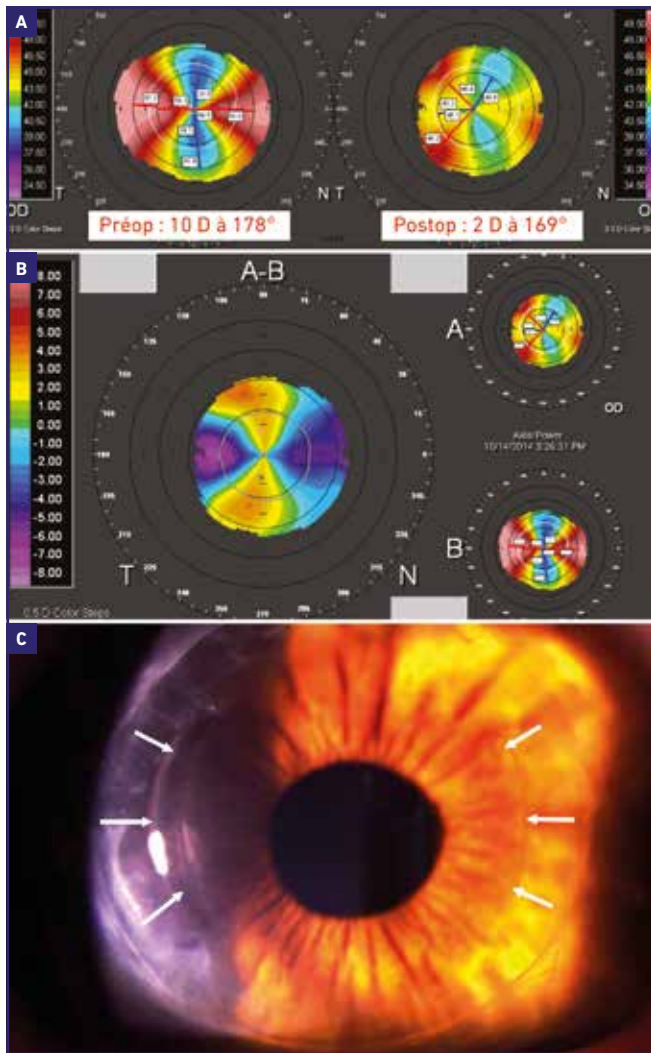


Fig. 4 : Simple paire d'incisions arciformes sur l'œil droit. **A :** réalisation d'une paire d'incisions arciformes de 70° de longueur angulaire sur une zone optique de 6 mm profondes de 90 % de la pachymétrie centrale au laser femtoseconde. Un marquage angulaire en position assise est nécessaire. Réduction de l'astigmatisme cornéen de 10 à 2 dioptries ! **B :** carte différentielle montrant l'effet torique des incisions. **C :** visualisation de la paire d'incisions (flèches blanches).

pour correction de l'astigmatisme après greffe de cornée n'est pas le même que celui utilisé pour la correction des astigmatismes congénitaux. Cette technique est indiquée pour corriger des astigmatismes post-greffe stables, supérieurs à 4 D. Elle présente l'avantage par rapport à la photoablation au laser Excimer de permettre une forte économie tissulaire.

2. Résection cunéiforme

Il s'agit d'une technique chirurgicale cornéenne utilisée d'une manière tout à fait exceptionnelle pour la

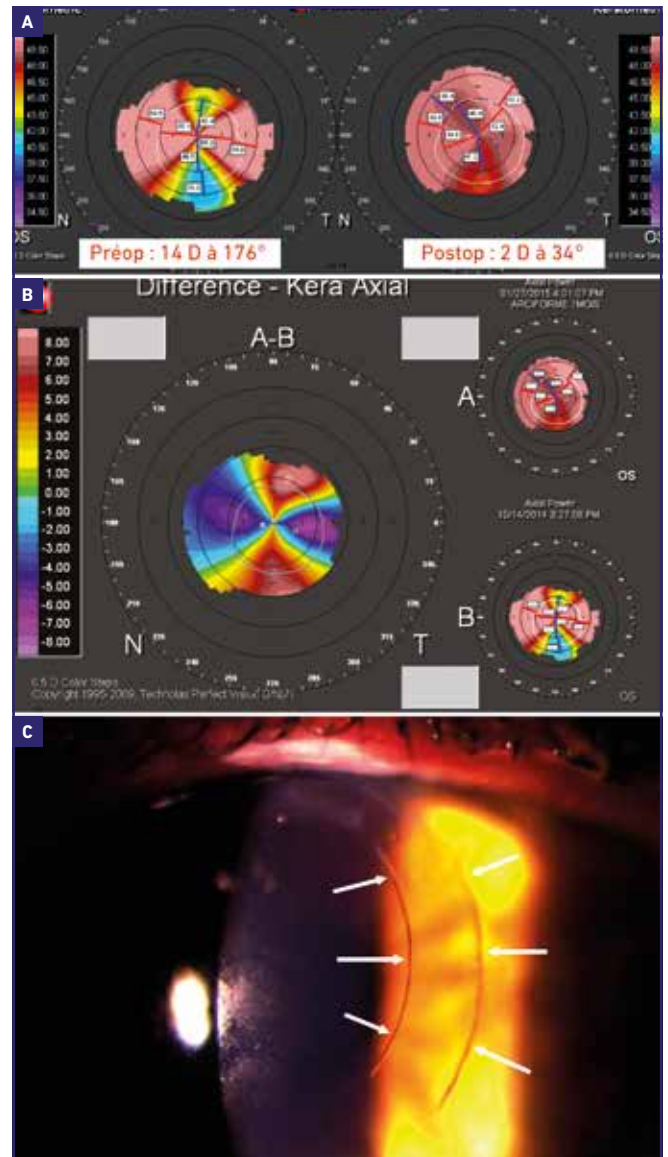


Fig. 5 : Double paire d'incisions arciformes sur l'œil gauche. **A :** compte tenu de l'importance de l'astigmatisme (14 D), réalisation d'une double paire d'incisions arciformes sur les zones optiques de 5,5 et 7 mm, de 70° de longueur angulaire au laser femtoseconde. **B :** effet spectaculaire avec réduction de l'astigmatisme de 14 à 2 D comme le montre la carte différentielle. **C :** visualisation des paires d'incisions arciformes (flèches blanches) à la lampe à fente (LAF). La meilleure acuité est remontée à 9/10° à droite avec +1,00 (-3,00) 75° et à 8/10° à gauche avec -1,00 (-2,50) 85°.

correction de très forts astigmatismes supérieurs à 10 dioptries liés à un décalage du greffon par rapport à l'anneau limitant. Elle consiste à réaliser sur le méridien aplati par le décalage du greffon, au niveau de l'anneau limitant, une petite résection cornéenne en coin avec sutures. Cette chirurgie permet de fortement cambrer le méridien le plus plat. Elle est d'utilisation tout à fait exceptionnelle compte tenu de sa forte imprécision.

Chirurgie cornéenne additive : anneaux intracornéens

La pose d'anneaux intracornéens, principalement réalisée pour régulariser les cornées kératoconiques, peut également être utilisée pour corriger de forts astigmatismes cornéens après greffe de cornée (*fig. 6*). Elle peut être indiquée pour des astigmatismes supérieurs à 6 dioptries. Dans cette indication, on utilise des anneaux à forte correction torique modifiant peu l'équivalent sphérique, à savoir des anneaux de longueur angulaire 90 ou 120°, de diamètre 5 mm, posés sur le méridien le plus plat.

La technique fait appel au laser femtoseconde qui permet de réaliser le tunnel à 75 % de l'épaisseur cornéenne. Cette technique peut être intéressante pour régulariser un fort astigmatisme avant pose d'un implant pour correction d'une forte amétropie sphérique résiduelle. Elle a l'avantage par rapport au laser Excimer de permettre une forte économie tissulaire.

Chirurgie cornéenne par photoablation au laser Excimer

Un autre moyen de correction des amétropies post-greffe est bien sûr la chirurgie réfractive au laser Excimer. Une fois la stabilité réfractive obtenue, la photoablation peut être réalisée soit en laser de surface (PKR), soit en LASIK. La photoablation peut également être couplée à la topographie cornéenne (TopoLink) de manière à régulariser la cornée et à réduire les aberrations optiques d'ordre supérieur (*fig. 7*).

>>> Laser de surface (PKR)

Si l'amétropie sphéro-cylindrique postopératoire n'est pas trop importante, une PKR peut être envisagée avec idéalement l'utilisation de mitomycine C de manière à éviter un haze cornéen fréquent après greffe de cornée.

>>> LASIK

L'utilisation du laser Excimer est également possible en LASIK avec une découpe du volet cornéen soit au micro-kératome, soit au laser femtoseconde. Le laser femtoseconde a l'avantage de réaliser un volet cornéen plus fin et de moins déstabiliser une architecture biomécanique

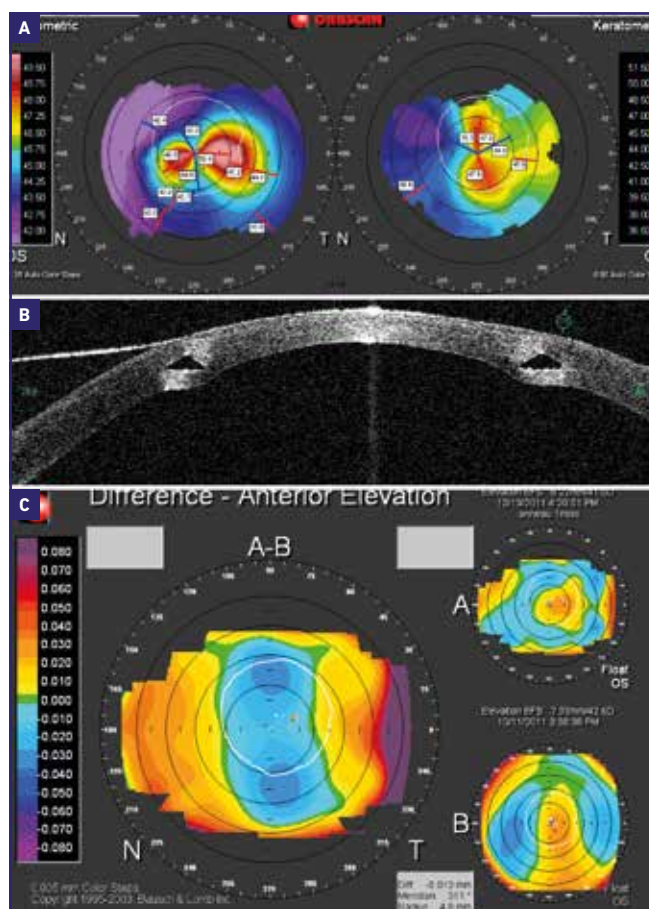


Fig. 6 : Correction d'un astigmatisme post-greffe à l'aide d'anneaux intracornéens (chirurgie additive). Les anneaux intracornéens ont un puissant effet torique. En cas d'astigmatisme post-greffe, ils peuvent être posés sur le méridien le plus plat. On utilise dans ce cas des anneaux de faible longueur angulaire (ici 90° et 120°) qui ont un effet torique puissant et faiblement démyopisant. **A :** la pose d'un anneau 90°/200 microns et 120°/250 microns a permis de réduire l'astigmatisme inverse et même d'avoir un léger effet surcorrecteur qui régressera en quelques mois. La meilleure acuité est passée de 8/10° avec -0,50 (-4,50) 90° à 9/10° avec +0,50 (-1,50) 0°. **B :** aspect postopératoire en OCT. **C :** carte différentielle en élévation antérieure montrant l'effet torique des anneaux intracornéens.

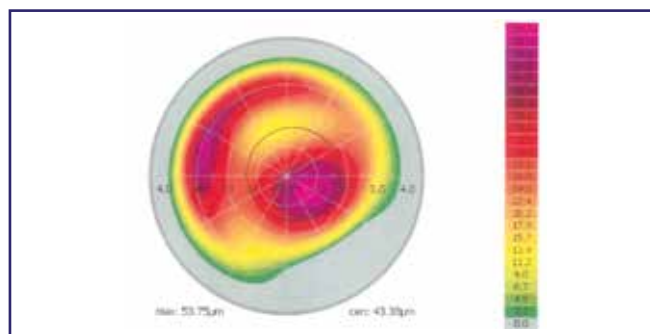


Fig. 7 : Profil d'ablation du laser Excimer couplé à la topographie cornéenne (TopoLink). La chirurgie au laser Excimer après greffe de cornée est destinée d'une part à traiter l'amétropie sphéro-cylindrique et, d'autre part, à régulariser la géométrie cornéenne de manière à réduire les aberrations optiques de haut degré responsables d'une baisse de la meilleure acuité. Pour cela, le laser génère un profil d'ablation personnalisé en fonction de la topographie cornéenne préopératoire.

moins stable que pour une chirurgie réfractive sur œil sain. La découpe au laser femtoseconde peut en revanche poser un problème au niveau de l'anneau limitant. Il ne faut pas hésiter à faire un double passage si la transparence est limitée au niveau de l'anneau limitant.

Le LASIK peut être réalisé soit d'une manière classique en un temps, soit en deux temps opératoires: découpe du volet cornéen puis, quelques semaines plus tard, soulèvement de celui-ci et réalisation de la photoablation. La découpe du volet peut en effet déstabiliser l'architecture cornéenne instable après greffe et modifier la réfraction. La réalisation de la photoablation plusieurs semaines après la découpe permet de prendre en compte cette évolution réfractive mais présente un petit risque supplémentaire d'invasion épithéliale lors du resoulèvement du volet cornéen.

Chirurgie par pose d'implants intraoculaires

Lorsqu'il existe une forte myopie après la greffe, il devient incontournable de poser un implant intraoculaire. Si le patient est suffisamment jeune et ne présente aucun signe de cataracte, un implant de type phake est préférable. En revanche, lorsque le patient est plus âgé et présente un début d'opacification cristallinienne, ce qui est fréquemment le cas après corticothérapie au long cours après greffe de cornée, il est préférable d'envisager une chirurgie du cristallin avec pose d'un implant aphake.

1. Implantation phake

Notre préférence va nettement aux implants de type ICL en raison de leur meilleure prédictibilité réfractive et de leur meilleure tolérance sur le plan endothélial.

Les implants ICL (*fig. 8*) sont indiqués chez les forts amétropes avec réfraction stable n'ayant pas de signe de cataracte, ayant une profondeur de chambre antérieure supérieure à 2,8 mm à partir de l'endothélium et un comptage cellulaire endothélial supérieur à 2 100 cellules/mm². Ces implants permettent de corriger les fortes myopies jusqu'à -18 et les astigmatismes jusqu'à 6 dioptries. Néanmoins après greffe de cornée, notre préférence va aux implants non toriques en raison de l'instabilité torique cornéenne. En cas d'astigmatisme associé, notre stratégie consiste à régulariser dans un premier temps l'astigmatisme cornéen à l'aide d'une chirurgie cornéenne incisionnelle, ablatif ou additive puis à

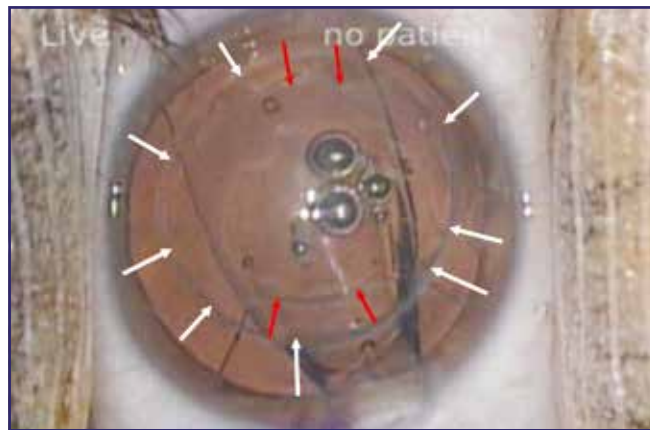


Fig. 8 : Pose d'un implant ICL après greffe de cornée. La pose de l'implant ICL a lieu dans un deuxième temps opératoire, 3 mois après la réalisation d'incisions arciformes (**flèches rouges**) destinées à réduire un fort astigmatisme cornéen. Notre préférence va aux implants phakes ICL non toriques de manière à ne pas introduire dans l'œil une composante torique supplémentaire qui compliquerait la correction optique si l'astigmatisme cornéen continuait d'évoluer. L'anneau limitant de la greffe est visualisé par les **flèches blanches**.

poser dans un second temps, quelques mois plus tard, un implant phake sphérique.

2. Implantation aphake avec ablation du cristallin

Le remplacement du cristallin avec implantation monofocale est indiqué chez les forts amétropes présentant des signes de cataracte, ce qui est fréquemment le cas après une corticothérapie topique au long cours préventive d'un rejet de greffe de cornée.

Le calcul de l'implant ne présente pas de particularités. Les implants multifocaux sont contre-indiqués en raison de la faible prédictibilité réfractive. Il est possible d'utiliser des implants monofocaux toriques après s'être assuré de la parfaite stabilité réfractive et torique cornéenne. La phacoémulsification ne présente pas de particularité en dehors de la nécessité d'une protection endothéliale renforcée par produit viscoélastique. La corticothérapie postopératoire sera éventuellement renforcée pendant 2 à 3 semaines afin d'éviter un rejet de la greffe pouvant être favorisé par cette intervention.

Chirurgies combinées

Nous venons de voir les différentes méthodes de correction chirurgicale réfractive cornéenne ou intraoculaire après greffe de cornée. En réalité, l'optimisation des résultats réfractifs après greffe nécessite souvent plusieurs temps opératoires réalisés successivement à

quelques mois d'intervalle. Il peut s'agir par exemple de la régularisation d'un fort astigmatisme cornéen par incisions arciformes puis de la pose d'un implant phaque (fig. 9) ou aphake selon l'âge du patient.

Lorsque plusieurs temps opératoires sont envisagés, il est nécessaire d'attendre plusieurs mois entre chaque temps afin de programmer chaque opération sur la base d'une réfraction la plus stable possible.

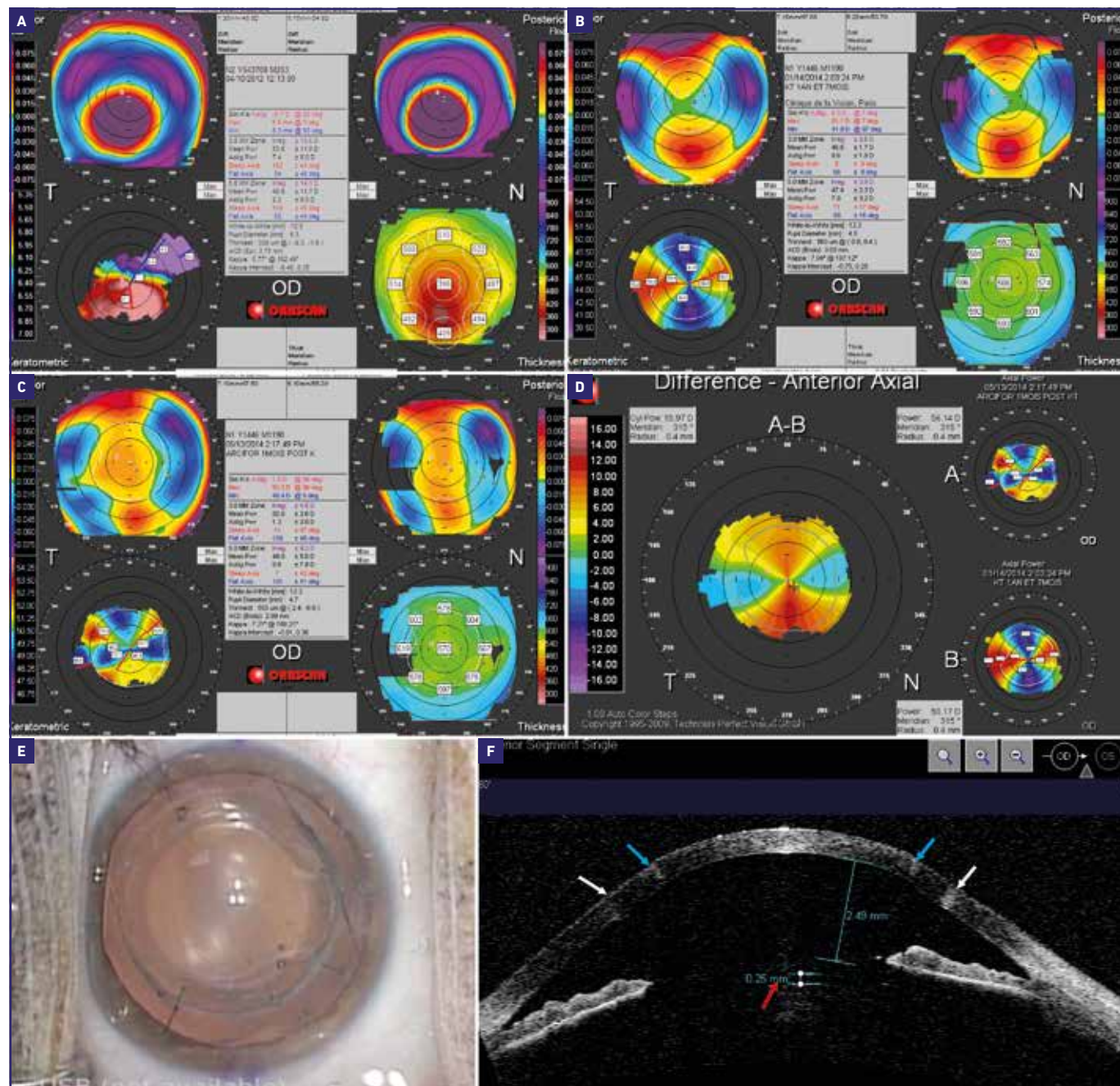


Fig. 9 : Chirurgie réfractive combinée après greffe (DALK) par incisions arciformes puis pose d'implant ICL. Il s'agit d'une patiente de 42 ans, greffée en DALK pour kératocône. **A :** aspect topographique avant greffe de cornée d'un kératocône stade 4. **B :** aspect topographique 18 mois après greffe de cornée (DALK) montrant un astigmatisme cornéen inverse proche de 9 dioptries. Sa meilleure acuité est 5/10^e avec -3,00 (-8,00) 100°. **C :** grâce à une paire d'incisions arciformes de 60° de longueur angulaire, réalisée sur une zone optique de 6 mm, réduction de l'astigmatisme cornéen de 9 à 2 dioptries. **D :** carte différentielle montrant l'effet torique des incisions arciformes. **E :** 6 mois après réalisation des incisions arciformes, pose d'un implant phaque ICL permettant de faire remonter la meilleure acuité à 10/10^e avec +1,50 (-2,50) 0°. **F :** aspect postopératoire en OCT montrant l'implant ICL (flèche rouge), l'anneau limitant du greffon (flèches blanches) et les incisions arciformes (flèches bleues).

Conclusion

Les greffes de cornée transfixiantes ou lamellaires profondes s'accompagnent souvent d'une grande imprédictibilité réfractive avec une forte amétropie sphéro-cylindrique postopératoire et notamment un fort astigmatisme. La correction en lunettes est souvent peu satisfaisante et la correction en lentilles nécessite une adaptation qui n'est pas toujours réalisable. La chirurgie réfractive après greffe de cornée permet une réhabilitation souvent très satisfaisante de la vision mais requiert parfois plusieurs interventions successives soit cornéennes, soit par pose d'implants intraoculaires.

Pour en savoir plus

- HOFFART L, TOUZEAU O, BORDERIE V *et al.* Mechanized astigmatic arcuate keratotomy with the Hanna arcitome for astigmatism after keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*, 2007;33:862-868.
- LANGENBUCHER A, NAUMANN GO, SEITZ B. Spontaneous long-term changes of corneal power and astigmatism after suture removal after penetrating keratoplasty using a regression model. *Am J Ophthalmol*, 2005;140:29-34.
- FARES U, SARHAN AR, DUA HS. Management of postkeratoplasty astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:2029-2039.
- POOLE TR, FICKER LA. Astigmatic keratotomy for postkeratoplasty astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2006;32:1175-1179.
- LANGENBUCHER A, SEITZ B. Changes in corneal power and refraction due to sequential suture removal following nonmechanical penetrating keratoplasty in eyes with keratoconus. *Am J Ophthalmol*, 2006;141:287-293.
- VISWANATHAN D, KUMAR NL. Bilateral femtosecond laser-enabled intrastromal & astigmatic keratotomy to correct high post-penetrating keratoplasty astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:1916-1920.
- CLEARY C, TANG M, AHMED H *et al.* Beveled femtosecond laser astigmatic keratotomy for the treatment of high astigmatism postpenetrating keratoplasty. *Cornea*, 2013;32:54-62.
- COSCARELLI S, FERRARA G, ALFONSO JF *et al.* Intrastromal corneal ring segment implantation to correct astigmatism after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:1006-1013.
- SPADEA L, SAVIANO M, DI GREGORIO A *et al.* Topographically guided two-step LASIK and standard LASIK in the correction of refractive errors after penetrating keratoplasty. *Eur J Ophthalmol*, 2009;19:535-543.
- PRAZERES TM, SOUZA AC, PEREIRA NC *et al.* Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for the correction of residual astigmatism after penetrating keratoplasty. *Cornea*, 2011;30:1293-1297.
- KUBALOGLU A, COSKUN E, SARI ES *et al.* Comparison of astigmatic keratotomy results in deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in keratoconus. *Am J Ophthalmol*, 2011;151:637-643.e1.

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

Chirurgie de la cataracte dans un contexte de cornea guttata: les 10 conseils à suivre



E. GABISON
Fondation A. de Rothschild, PARIS.
egabison@for.paris

La dystrophie endothéliale cornéenne de Fuchs (DECF) est une maladie dégénérative bilatérale de la cornée pouvant entraîner un œdème de cornée par décompensation endothéliale. Des bulles épithéliales, des défauts épithéliaux douloureux et des cicatrices cornéennes peuvent se développer à un stade avancé de la maladie, avec un impact important sur la vue et la qualité de vie [1, 2].

Le seul traitement curatif établi aujourd'hui est la transplantation de cornée. La kératoplastie endothéliale est devenue la plus courante des transplantations cornéennes dans le monde et la dystrophie de Fuchs est sa première indication. Moins traumatisante qu'une kératoplastie transfixiante (KT), les risques associés de rejet ou de glaucome cortico-induit sont aussi moins élevés.

L'irrégularité de l'endothélium cornéen, connue sous le nom de *guttata*, est observée au début de la DECF mais peut également se produire au cours du vieillissement, dans les suites d'un traumatisme, d'une inflammation

ou d'une infection. La prévalence de la *guttata* cornéenne varie selon les études de 4,1 à 11 % dans la population. Il a été démontré que l'augmentation de l'âge, le sexe féminin et le tabagisme sont corrélés à un risque plus élevé de *guttata* [2].

Dystrophie endothéliale et chirurgie de la cataracte

La chirurgie de la cataracte par phacoémulsification est associée à une perte de cellules endothéliales comprise entre 4,2 et 16,1 %. Cette perte est encore plus élevée en fonction du temps de phacoémulsification, de la dureté du noyau, d'une longueur axiale courte, d'une pseudo-exfoliation capsulaire, d'un diabète ou de complications opératoires telles que la rupture de la capsule postérieure ou le repositionnement d'implant.

Une étude suédoise récente portant sur 200 000 patients opérés de la cataracte a évalué les risques liés à la *cornea guttata*. Dans cette population, 293 patients ont eu besoin d'une greffe de cornée. Ce risque de greffe était 70 fois plus élevé chez les patients atteints de *cornea guttata*. Au total, 5 % des patients porteurs de *guttata* ont été greffés et, dans ¾ des cas, la greffe a lieu au cours de l'année qui a suivi la chirurgie de la cataracte. Si ce risque apparaît faible, il faut le corrélérer aux 825 000 patients opérés de la cataracte chaque année en France [3-5].

1. Rechercher une cornea guttata avant toute chirurgie de la cataracte

Un examen systématique de l'endothélium cornéen à la lampe à fente est nécessaire avant toute chirurgie de la cataracte. Les gouttes sont généralement facilement visibles en rétro-illumination, le plus souvent au centre

de la cornée dans les formes débutantes; elles sont plus diffuses dans les formes avancées. Dans certains cas, les gouttes ne sont pas présentes: il existe de réelles “*guttata* sans gouttes”.

L'examen au fort grossissement en éclairage maximal de type spéculaire, en se concentrant sur la zone adjacente au point le plus éblouissant, permet d'avoir une idée de la taille des cellules endothéliales. Il faut particulièrement se méfier des endothéliums associés à des dépôts de pigments peu denses mais diffus (à la différence des pigments de la dispersion pigmentaire). Au moindre doute, une microscopie spéculaire sera réalisée.

2. Éducation du patient: un patient averti est un patient conscient des risques

La présence d'une dystrophie endothéliale dans un contexte de *cornea guttata* place le patient au-dessus du risque standard lié à la chirurgie. Il est important de l'informer de ce risque. Si la chirurgie du cristallin n'est jamais urgente en soi, la présence d'une pathologie endothéliale nécessite une information plus précise:

- attendre trop longtemps est délétère (noyau plus dense, moins de cellules au fil du temps);
- opérer sans qu'il y ait une vraie gêne visuelle ressentie est délicat (même si la majorité des patients minimisent cette gêne dans ce contexte).

Dans tous les cas, le patient n'en voudra jamais à un chirurgien s'il a été informé des risques avant l'intervention. Il n'en est pas de même si les risques “standard” n'ont été évoqués que du bout des lèvres. Il faudra également prévenir le patient que son rétablissement visuel sera plus lent. Et qu'une décompensation cornéenne pouvant conduire à une kératoplastie endothéliale peut survenir dans l'année après la chirurgie.

3. Quand opérer la cataracte sans réaliser de greffe endothéliale ?

Les chirurgiens de la cataracte font face à un choix parfois difficile. La chirurgie de la cataracte soulagera-t-elle les symptômes du patient? Ou comporte-t-elle un risque de décompensation cornéenne tellement important que cette chirurgie devra être associée à une kératoplastie endothéliale? L'attitude thérapeutique doit être adaptée à chaque patient, en tenant compte de la densité de

la cataracte, de l'état et de l'épaisseur de la cornée, et de la profondeur de la chambre antérieure.

L'examen à la lampe à fente et en microscopie spéculaire permet de classer les atteintes de sévérité croissante si l'endothélium central est atteint de manière isolée ou si la périphérie est également affectée. La présence d'un œdème microkystique, d'un épaississement du stroma cornéen supérieur à 640 μm ou d'une faible densité de cellules endothéliales centrales (moins de 1000 cellules/ mm^2) en microscopie spéculaire indique une probabilité accrue de décompensation cornéenne après l'opération de la cataracte, et nous orientera vers une intervention combinée de chirurgie de la cataracte et d'une kératoplastie endothéliale. Cependant, l'analyse de la densité endothéliale en microscopie spéculaire est souvent non contributive en raison des gouttes empêchant de compter les cellules. De plus, l'épaisseur cornéenne centrale varie au sein de la population normale.

L'évaluation de la carte pachymétrique et des profils d'élévations antérieures et postérieures en topographie cornéenne peut aider à dépister des œdèmes infracliniques:

- un décentrement du point le plus fin et/ou un bombement postérieur en topographie d'élévation doivent faire suspecter une décompensation débutante [6];
- nous avons également décrit récemment la perte de l'harmonie pachymétrique comme marqueur de dysfonction endothéliale. En cas d'œdème infraclinique, l'épaississement progressif naturel de la cornée du centre vers la périphérie est diminué entre la zone centrale et la zone des 5 mm [7].

Le profil psychologique des patients doit également être pris en compte. Certains patients décideront de tenter la chirurgie de la cataracte sans greffe, y compris dans des formes avancées, alors que d'autres préféreront attendre une baisse d'acuité très importante et une chirurgie combinée.

4. Quelle lentille intraoculaire choisir ?

La dystrophie de Fuchs est associée à une diminution de la sensibilité au contraste et à une augmentation de l'éblouissement et des halos nocturnes. Ces troubles sont progressivement croissants au cours de la vie et sont présents même en l'absence de décompensation

oedémateuse. Pour ces raisons, les lentilles intraoculaires multifocales ne sont pas recommandées dans ce contexte. Si une intervention combinant ablation de la cataracte et kératoplastie endothéliale est réalisée, l'implantation d'une lentille intraoculaire asphérique monofocale standard avec une optique d'au moins 6 mm de diamètre est recommandée.

Les greffes endothéliales augmentant l'asphéricité cornéenne négative et diminuant la sensibilité au contraste, les mêmes réserves concernant les implants multifocaux s'appliquent donc aussi aux patients greffés. Une erreur systématique du calcul de la puissance de l'implant dans le sens d'une hypermétropie postopératoire survient après les greffes endothéliales. Une réfraction cible de -0,75 à 1,50 D en fonction des techniques (DMEK ou DSAEK respectivement) doit être choisie.

L'implantation de lentilles intraoculaires hydrophiles est déconseillée dans ce contexte en raison des pertes de transparence (calcifications) décrites après contact de la lentille avec l'air ou le gaz de tamponnement (SF6) [8].

5. Choix de la technique chirurgicale

Le choix de la technique chirurgicale est controversé et dépend de la densité de la cataracte, de l'état de la cornée, de l'expérience du chirurgien et de sa maîtrise de la technique. Les phacoémulsifications avec incision en cornéenne claire ou par abord scléral ont été évaluées sans démontrer de supériorité (aucune différence significative à 1 an au niveau de la densité endothéliale centrale). Les lasers femtosecondes ont récemment été ajoutés à l'arsenal des techniques d'extraction de la cataracte, les résultats ne semblent cependant pas meilleurs qu'avec les techniques traditionnelles [9, 10].

6. Phacoémulsification

Minimiser la perte de cellules endothéliales durant la phacoexérèse est l'objectif principal. Bien entendu, il s'agit de limiter l'énergie ultrasonore lors de la fragmentation du noyau. Certains ont conseillé d'ajuster les réglages pour fournir des impulsions plus courtes ou des rafales d'énergie ultrasonore afin de minimiser la perte de cellules endothéliales. Une étude expérimentale comparant les ultrasons longitudinaux et torsionnels montre que le mode torsionnel protégerait davantage les

cellules endothéliales cornéennes que le mode longitudinal conventionnel.

7. Choix du viscoélastique

La technique *Soft Shell* a été proposée pour mieux protéger l'endothélium cornéen au cours de la phacoémulsification, elle consiste à mettre d'abord un viscoélastique dispersif en contact avec l'endothélium puis à utiliser un viscoélastique hautement cohésif. Un bon retrait du viscoélastique est nécessaire pour prévenir les hypertonies postopératoires [11].

8. Choix de la solution d'irrigation

Les solutions d'irrigation ont fait l'objet de nombreuses études pour tenter d'optimiser la survie des cellules endothéliales. Une solution saline équilibrée type BSS ou toute autre solution contenant du glutathion, du bicarbonate de sodium et du glucose crée un environnement plus physiologique et minimise la perte de cellules endothéliales.

9. Fermeture

Certains recommandent de suturer plutôt que de recourir à une hydratation excessive du stroma cornéen en cas de dystrophie. Ces recommandations ne reposent sur aucune preuve scientifique.

10. Soins postopératoires

La prise en charge postopératoire de ces patients incluant une corticothérapie plus fréquente, une solution saline hypertonique (par exemple gouttes de NaCl à 5 %) et des visites de suivi régulières est souvent recommandée.

Bibliographie

1. EGHARI AO, GOTTSCH JD. Fuchs' corneal dystrophy. *Expert Rev Ophthalmol*, 2010;5:147-159.
2. SEITZMAN GD, GOTTSCH JD, STARK WJ. Cataract surgery in patients with Fuchs' corneal dystrophy: expanding recommendations for cataract surgery without simultaneous keratoplasty. *Ophthalmology*, 2005;112:441-446.
3. VIBERG A, SAMOLOV B, CLAESSON ARMITAGE M *et al.* Incidence of corneal transplantation after phacoemulsification in patients with corneal guttata: a registry-based cohort study. *J Cataract Refract Surg*, 2020;46:961-966.

4. GEORGE R, RUPAULIHA P, SRIPRIYA AV *et al.* Comparison of endothelial cell loss and surgically induced astigmatism following conventional extracapsular cataract surgery, manual small-incision surgery and phacoemulsification. *Ophthalmic Epidemiol*, 2005;12:293-297.
5. YAMAZOE K, YAMAGUCHI T, HOTTA K *et al.* Outcomes of cataract surgery in eyes with a low corneal endothelial cell density. *J Cataract Refract Surg*, 2011;37:2130-2136.
6. SUN SY, WACKER K, BARATZ KH *et al.* Determining subclinical edema in fuchs endothelial corneal dystrophy: revised classification using Scheimpflug tomography for preoperative assessment. *Ophthalmology*, 2019;126:195-204.
7. GUINDOLET D, GEMAHILING A, AZAR G *et al.* Detecting subclinical corneal edema using corneal thickness mapping in patients presenting Fuchs endothelial corneal dystrophy. *Am J Ophthalmol*, 2023;246:58-65.
8. MEMMI B, KNOERI J, BOUHERAOUA N *et al.* intraocular lens calcification after pseudophakic endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol*, 2023;246:86-95.
9. BELTRAME G, SALVETAT ML, DRIUSSI G *et al.* Effect of incision size and site on corneal endothelial changes in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2002;28:118-125.
10. KOO EH, PARANJPE V, FEUER WJ *et al.* Refractive outcomes in Fuchs' endothelial corneal dystrophy: conventional and femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Clin Ophthalmol*, 2021;15:3419-3429.
11. ARSHINOFF SA, NORMAN R. Tri-soft shell technique. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:1196-1203.

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

Comment un lentille de SMILE peut-il être réutilisé en chirurgie cornéenne ?



A. VAUTIER¹, M. MURAINÉ²

¹ Service d'Ophtalmologie, CHU d'ANGERS ;

² Service d'Ophtalmologie, CHU de ROUEN.

vautier.anais@gmail.com

La chirurgie lenticulaire (SMILE notamment) est une procédure relativement récente (2012), qui permet le traitement notamment de patients myopes par extraction d'un fragment de stroma cornéen, dont les caractéristiques sont parfaitement connues (en termes d'épaisseur et de forme). Actuellement et dans la plupart des cas, ces lentilles sont détruits après la procédure réfractive.

Cependant, ils constituent une source de tissu stromal particulièrement intéressante dans un contexte de pénurie de greffons cornéens. De nombreuses études ont utilisé ces lentilles dans de diverses indications que nous allons détailler ici (*fig. 1*). Même si, du fait de leur finesse (50 à 150 μm d'épaisseur), leur manipulation est délicate, leur insertion dans une pochette stromale (découpée manuellement ou au femtolaser) est un geste rapide, peu risqué et réversible au besoin.

Lentille en tant que matériel réfractif

Les lentilles possèdent un pouvoir réfractif qui, du fait de leur forme biconvexe dans les cas de donneurs myopes,



Fig. 1 : Différentes utilisations possibles des lentilles SMILE (d'après [1]).

est plutôt convergent. Ce profil permet d'envisager un traitement de patients hypermétropes, voire presbytes.

Alors que Ganesh *et al.* [2] ont rapporté une assez bonne prédictibilité réfractive en utilisant cette technique pour traiter une hypermétropie modérée, les résultats ont montré qu'elle n'était pas très précise pour corriger une hypermétropie plus élevée ($> 5,00$ D). Sun *et al.* [3] ont également démontré que la prédictibilité réfractive n'était pas suffisante actuellement. La formule créée par Li [4] permet d'améliorer cette prédictibilité réfractive ($\text{Lentille implantation achieved correction (D)} = 1,224 \times \text{Lentille refractive power (D)} - 0,063$).

Liu *et al.* ont comparé les profils postopératoires d'aberrations d'ordre supérieur (HOA) après un SMILE hyperopique, un LASIK hyperopique et une implantation lenticulaire pour la correction de l'hypermétropie. Ils ont constaté que l'implantation de lentilles semblait présenter moins d'induction d'HOA dans le traitement de la faible hypermétropie que les autres techniques [5]. La faible prédictibilité réfractive semble être causée par le remodelage épithélial et les modifications de courbure de la face postérieure cornéenne, mais il est certain que cette technique permet au moins une diminution non

négligeable de l'équivalent sphérique chez les hypermétropes forts et les aphakes (**fig. 2**) [7].

En implantant la partie centrale d'un lentille de forme convexe, la courbure antérieure de la cornée peut théoriquement présenter une forme davantage prolata, améliorant ainsi la vision intermédiaire et de près, ce qui

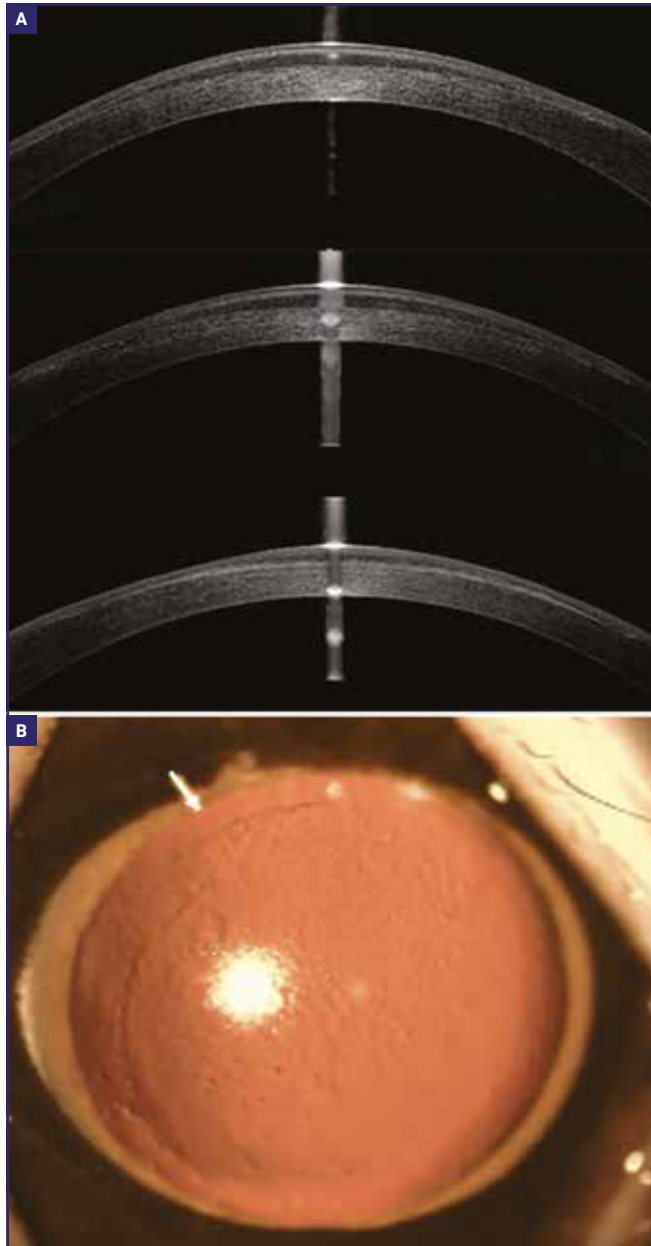


Fig. 2 : Résultats d'une implantation lenticulaire chez des patients hypermétropes. **A :** OCT de segment antérieur après un jour, un mois et un an en post-implantation. On note que le lenticule se place bien au centre de la cornée et présente une forme de croissant. La ligne de démarcation apparaît moins évidente au bout d'un an. **B :** photo de lampe à fente à 3 mois de l'implantation lenticulaire. La **flèche** indique la limite du lenticule (d'après [5, 6]).

permet d'envisager leur utilisation pour améliorer la qualité visuelle de patients presbytes (**fig. 3**) [8]. L'étude pilote sur cette technique PEARL (*PrEsbyopic Allogenic Refractive Lenticule inlay*) a été présentée en 2017 [9], avec une bonne satisfaction à J8 en vision de près et intermédiaire sur les yeux opérés, sans dégradation de la vision de loin non corrigée en binoculaire. D'autres études sont nécessaires pour étudier les résultats à plus long terme.

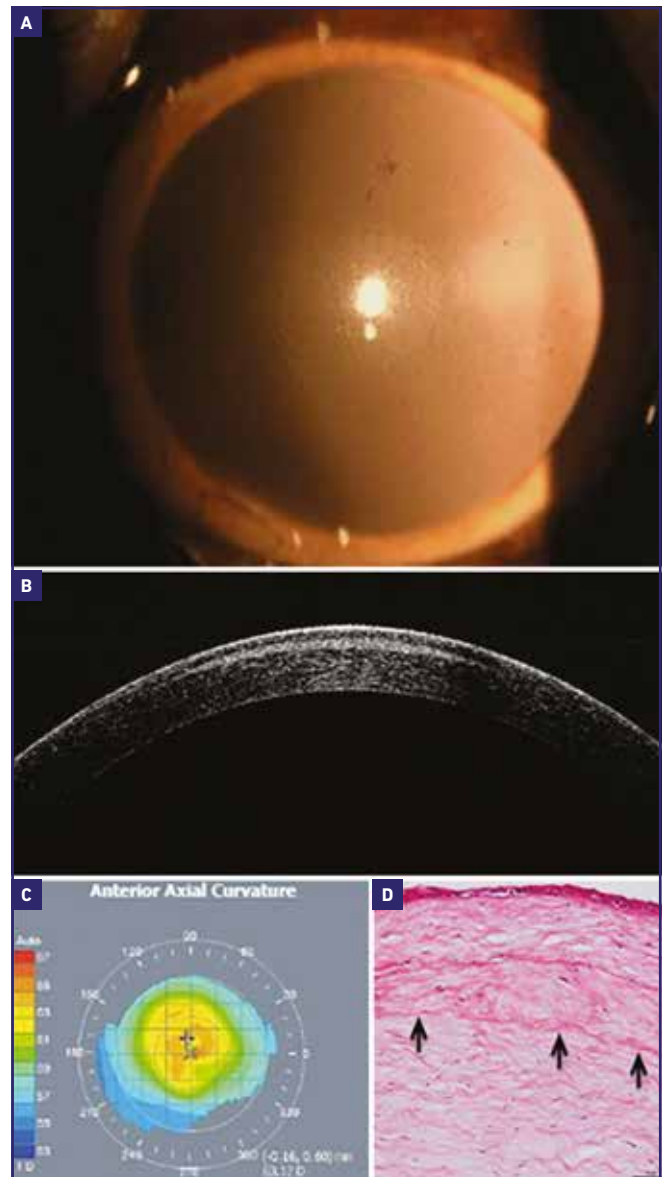


Fig. 3 : Implantation lenticulaire en *inlay* dans des cas de presbytie. **A :** photo de lampe à fente d'une implantation en *inlay* d'un lentille de 1 mm de diamètre sur l'œil dominé à 6 mois. **B :** OCT cornéen à 6 mois postopératoires. **C :** topographie cornéenne d'élévation de la face antérieure, montrant une augmentation des élévations antérieures centrales à 6 mois. **D :** coupe histologique à 6 mois post-implantation dans un modèle primate. Le lenticule est bien intégré, sans réaction inflammatoire à l'échelle histologique (d'après [8]).

Outil dans la prise en charge du kératocône et des ectasies cornéennes

Dans des situations où l'épaisseur cornéenne est en dessous de 400 μm après retrait de l'épithélium, le *crosslinking* est moins sécuritaire et peut être contre-indiqué. La pose d'un lenticule sur la cornée après ablation de l'épithélium a été proposée pour permettre la réalisation du *crosslinking* sur des cornées fines [10], avec des résultats postopératoires satisfaisants en termes de rigidité de la cornée et aucune complication endothéliale n'a été décrite.

En 2019, une étude sur 17 cornées ectasiques a montré que l'implantation d'un lenticule stromal permettait

d'augmenter l'épaisseur de la cornée, de diminuer les valeurs des K1 et K2, sans modification des aberrations sphériques (*fig. 4*) [12]. Cette implantation lenticulaire peut tout à fait être customisée au laser avant implantation avec une forme *donut-like*, pour répondre au mieux aux besoins réfractifs. 22 yeux ont bénéficié d'une telle implantation et la meilleure acuité visuelle corrigée s'est améliorée en 1 an de 2 à 4/10^e [13].

Une analyse par microscopie électronique a pu être réalisée à 1, 2 et 3 ans post-implantation, et a montré que l'implantation d'un tissu allogénique sain permettait d'apporter des kératocytes non pathologiques, qui participent à un remodelage des collagènes permettant une meilleure organisation de ceux-ci [14].

Tissu permettant des reconstructions de la surface oculaire

Dans les cas de perforations, les colles sont efficaces pour les perforations inférieures à 2-3 mm, mais elles déclenchent des réactions inflammatoires pour celles en cyanoacrylate et se dégradent rapidement pour les colles de fibrine. Les greffes de membranes amniotiques sont largement utilisées, mais ne permettent un comblement de la perforation que de façon temporaire. Une greffe transfixiante est nécessaire rapidement après dans 45 % des cas.

Dans ce contexte bien souvent d'urgence et de pénurie de greffon, les lenticules prennent toute leur place. De nombreux cas cliniques ont été décrits. Le comblement du défaut cornéen par un lenticule est une technique de greffe qui n'est pas plus difficile qu'une greffe de membrane amniotique et cette greffe présente l'avantage d'être stable dans le temps [15]. Une greffe en multicouche de lenticule est aussi envisageable selon les indications.

Compte tenu des nombreux avantages de ces lenticules (accessibilité, durabilité), leur utilisation a été démontrée dans d'autres indications (*fig. 5*), certes plus anecdotiques, mais cela démontre bien leurs indications potentielles assez larges. Les lenticules peuvent ainsi servir en tant que patch sur une exposition du tube de drainage d'une valve d'Ahmed [16, 18]. Lors d'une exérèse d'une lésion assez superficielle comme un kyste dermoïde du limbe, une reconstruction de la surface avec un lenticule a été réalisée avec succès [19]. Une équipe

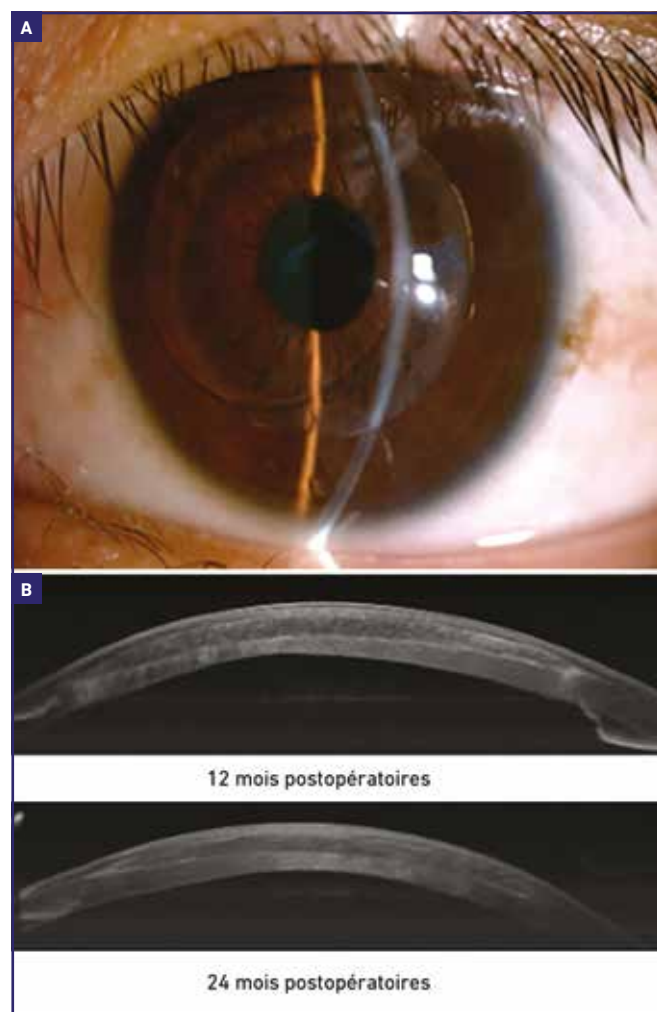


Fig. 4: Implantation lenticulaire sur des cornées amincies par un kératocône. **A:** photo de lampe à fente à 6 mois post-implantation. Une ligne de démarcation est visible à la périphérie du lenticule, mais le centre de la cornée reste transparent. **B:** OCT de cornée sur la zone centrale, mettant en évidence un lenticule épais qui vient augmenter l'épaisseur cornéenne (d'après [11]).

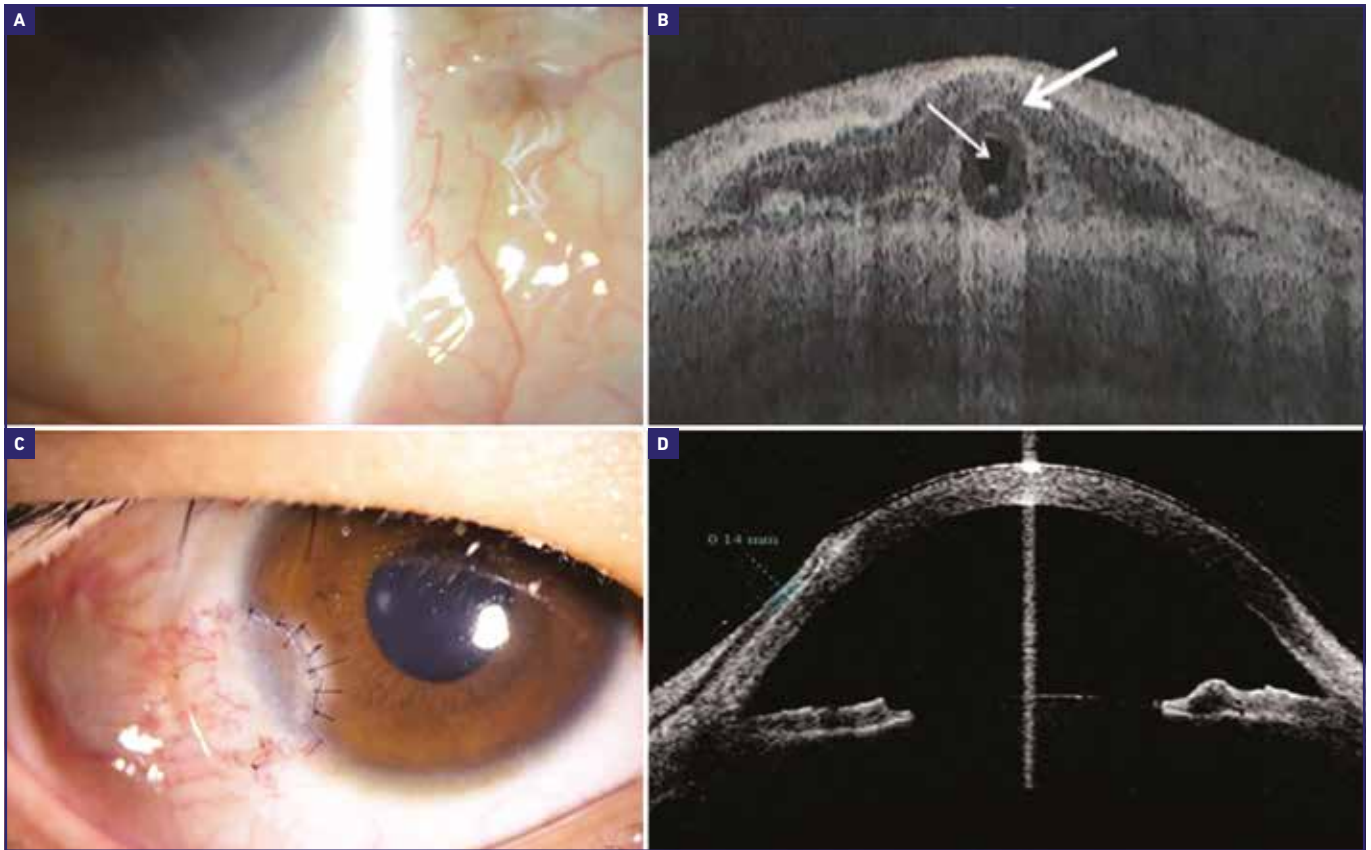


Fig. 5 : Utilisation des lentilles SMILE dans des reconstructions de la surface oculaire. **A et B :** recouvrement d'une exposition du tube de drainage par un patch lenticulaire. Cette technique permet un bon recouvrement de la déhiscence sur la photo de la lampe à fente et sur l'OCT (d'après [16]). **C et D :** reconstruction péri-limbique suite à l'exérèse d'un kyste dermoïde du limbe. Le patch permet le comblement d'un éventuel amincissement induit par la chirurgie (d'après [17]).

a utilisé un lentille en reconstruction suite à l'exérèse d'un large ptérygion récidivant et les résultats présentés à 8 mois sont très bons, mais il serait intéressant d'avoir un résultat à plus long terme concernant la récurrence ou non de ce ptérygion [20].

Conclusion

Les lentilles issues de la chirurgie réfractive lenticulaire (SMILE) sont une source de tissu stromal tout à fait intéressante dans de nombreuses indications (réfractives, ectasies cornéennes et reconstructions de surface). Si leur accessibilité est une évidence, leur mode de conservation est encore à l'étude. En France, la conservation par organoculture est autorisée depuis décembre 2022 à la Banque de Tissus du CHU de Rouen. Des méthodes de conservation à plus long terme (cryoconservation, dessiccation) sont en cours de validation, car elles permettront une mise à disposition facilitée et plus large de ces lentilles.

Bibliographie

1. HU X, WEI R, LIU C *et al.* Recent advances in small incision lenticule extraction (SMILE)-derived refractive lenticule preservation and clinical reuse. *Engineered Regeneration*, 2023;4:103-121
2. GANESH S, BRAR S, RAO PA. Cryopreservation of extracted corneal lenticules after small incision lenticule extraction for potential use in human subjects. *Cornea*, 2014;33:1355-1362.
3. SUN L, YAO P, LI M *et al.* The safety and predictability of implanting autologous lenticule obtained by SMILE for hyperopia. *J Refract Surg*, 2015;31:374-379.
4. LI M, LI M, SUN L *et al.* Predictive formula for refraction of autologous lenticule implantation for hyperopia correction. *J Refract Surg*, 2017;33:827-833.
5. LIU YC, WEN J, TEO EPW *et al.* Higher-order-aberrations following hyperopia treatment: Small Incision Lenticule Extraction, Laser-Assisted *In situ* Keratomileusis and Lenticule Implantation. *Trans Vis Sci Tech*, 2018;7:15.
6. ZHANG J, ZHOU Y. Small incision lenticule extraction (SMILE) combined with allogeneic intrastromal lenticule inlay for hyperopia with astigmatism. *PLoS One*, 2021;16:e0257667.
7. PRADHAN KR, REINSTEIN DZ, CARP GI *et al.* Femtosecond laser-assisted keyhole endokeratophakia: correction of hyperopia by implantation of an allogeneic lenticule obtained by SMILE from a myopic donor. *J Refract Surg*, 2013;29:777-782.

8. LIU YC, TEO EPW, ANG HP *et al.* Biological corneal inlay for presbyopia derived from small incision lenticule extraction (SMILE). *Sci Rep*, 2018;8:1831
9. JACOB S, KUMAR DA, AGARWAL A *et al.* Preliminary evidence of successful near vision enhancement with a new technique: PrEsbyopic Allogenic Refractive Lenticule (PEARL) corneal inlay using a SMILE lenticule. *J Refract Surg*, 2017;33:224-229.
10. SACHDEV MS, GUPTA D, SACHDEV G *et al.* Tailored stromal expansion with a refractive lenticule for crosslinking the ultrathin cornea. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:918-923.
11. WEI Q, DING H, NIE K *et al.* Long-term clinical outcomes of small-incision femtosecond laser-assisted intracorneal concave lenticule implantation in patients with keratoconus. *J Ophthalmol*, 2022;2022:9774448.
12. PEDROTTI E, COZZINI T, FASOLO A *et al.* Small-incision lenticule addition in ex vivo model of ectatic human corneas. *Int Ophthalmol*, 2019;39:2575-2581.
13. DOROODGAR F, JABBARVAND M, NIAZI S *et al.* Customized stromal lenticule implantation for keratoconus. *J Refract Surg*, 2020;36:786-794.
14. SEMIZ F, LOKAJ AS, TANRIVERDI G *et al.* Fresh human myopic lenticule intrastromal implantation for keratoconus using SMILE surgery in a long-term follow-up study: ultrastructural analysis by transmission electron microscopy. *J Refract Surg*, 2022;38:520-528.
15. YANG H, ZHOU Y, ZHAO H *et al.* Application of the SMILE-derived lenticule in therapeutic keratoplasty. *Int Ophthalmol*, 2020;40:689-695.
16. WANG Y, LIU J, HUANG W *et al.* The best thickness of cornea graft from SMILE surgery as patch graft in glaucoma drainage implant surgery. *Medicine*, 2021;100:e25828.
17. PANT OP, HAO JL, ZHOU DD *et al.* Lamellar keratoplasty using femtosecond laser intrastromal lenticule for limbal dermoid: case report and literature review. *J Int Med Res*, 2018;46:4753-4759.
18. SONG YJ, KIM S, YOON GJ. Case series: Use of stromal lenticule as patch graft. *Am J Ophthalmol Case Rep*, 2018;12:79-82.
19. WAN Q, TANG J, HAN Y *et al.* Surgical treatment of corneal dermoid by using intrastromal lenticule obtained from small-incision lenticule extraction. *Int Ophthalmol*, 2020;40:43-49.
20. PANT OP, HAO JL, ZHOU DD *et al.* Tectonic keratoplasty using small incision lenticule extraction-extracted intrastromal lenticule for corneal lesions. *J Int Med Res*, 2020;48:300060519897668.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Membrane amniotique humaine : quelles indications ? Quelles techniques ? Quels résultats ?



L. HOFFART, G. HO WANG YIN
Clinique Monticelli-Vélodrome, MARSEILLE
louis.hoffart@vision-sud.fr

L'utilisation des membranes amniotiques d'origine humaine est largement appliquée dans les pathologies de la surface oculaire. Les premières utilisations de membranes amniotiques en ophtalmologie remontent à 1940, dans le traitement des symblépharons et des défauts conjonctivaux puis dans les suites de brûlures chimiques. Aujourd'hui, son application en chirurgie oculaire est devenue courante, d'autant que de nouveaux modes de conservation permettent une utilisation plus aisée.

Définition et propriétés des membranes amniotiques

La membrane amniotique correspond à la couche la plus interne du placenta, au contact du fœtus. Elle est semi-transparente, d'une épaisseur de 0,02 à 0,05 mm. Elle se compose de trois couches : un épithélium, une membrane basale contenant du collagène de type IV et de type VII, de la fibronectine, de la laminine, l'acide hyaluronique et un stroma avasculaire, lui-même divisé en trois couches et contenant du collagène de type I, II, III, V et VI [1].

La membrane amniotique est intéressante par ses caractéristiques de non-immunogénicité, procicatrisantes, antifibrotiques, anti-inflammatoires, anti-angiogéniques et antimicrobiennes, grâce à une forte concentration de facteurs de croissance tels que l'EGF, le TGF β , ou le FGF. La membrane amniotique peut être conservée sous forme cryoconservée et, plus récemment, après lyophilisation.

Techniques chirurgicales

Selon la pathologie à traiter, la membrane amniotique peut être utilisée en greffe (ou inlay) avec l'épithélium vers le haut ou inversement en patch (position indifférente de l'épithélium).

>>> Greffe en "inlay"

Lorsqu'elle est utilisée en greffe, la membrane amniotique sert de substrat à la ré-épithélialisation par un comblement du stroma défectueux et l'apport d'une membrane basale. Le geste chirurgical consiste en la désépithélialisation des bords de l'ulcère, la pose de la membrane amniotique épithélium vers le haut, puis sa suture ou collage au lit stromal. Dans les cas de défauts stromaux profonds, une application en multicouche est possible [2]. La membrane amniotique s'intègre progressivement à la cornée en quelques semaines.

>>> Greffes en "overlay"

Il s'agit, dans ce cas, d'une application temporaire afin de favoriser la cicatrisation de l'épithélium cornéen, le temps de l'élimination spontanée de la membrane (deux à trois semaines). La suture peut se faire au-delà

du limbe par des sutures résorbable ou par simple application de colle de fibrine.

Pour les inlays comme pour les patches, la pose d'une lentille thérapeutique est recommandée en fin de procédure afin de stabiliser le montage.

>>> Dispositifs sans sutures

ProKera est un dispositif constitué d'une monocouche de membrane amniotique cryopréservée, montée sur un double anneau en polycarbonate. Il s'agit d'un dispositif temporaire dont la pose ne nécessite pas d'intervention chirurgicale et peut être mis en place en consultation. Son efficacité a été testée, avec des résultats encourageants sur les principales indications cornéennes de greffe de membrane amniotique [3]. Toutefois, ce dispositif ne bénéficie pas de marquage CE et n'est donc pas disponible.

Intérêt des membranes amniotiques lyophilisées

La lyophilisation n'entraîne pas de ? significative du taux des facteurs de croissance par rapport à la cryoconservation [4]. La membrane amniotique lyophilisée est une allogreffe constituée de couches de collagène déshydratées et viro-inactivées. Les principaux avantages de ce type de membrane sont la manipulation facile à l'état sec, la conservation à température ambiante, permettant une disponibilité immédiate au bloc opératoire avec une durée de conservation de trois ans dans son emballage et la possibilité d'avoir à disposition différentes dimensions et formes de greffon. La membrane amniotique lyophilisée (*fig. 1A*) peut être aisément découpée (*fig. 1B*) puis suturée ou encore



Fig. 1 : A. Membrane amniotique lyophilisée. B. Trépanation de la membrane amniotique sur un support en silicone.

appliquée par de la colle de fibrine. L'utilisation en multicouches est possible.

Des membranes de cordon ombilical lyophilisées vont prochainement être disponibles (*fig. 2*). Les caractéristiques de ces membranes sont une épaisseur importante (jusqu'à dix fois celle d'une membrane amniotique



Fig. 2 : A. Kératite infectieuse : aspect en lampe à fente. B. Kératite infectieuse : coloration par fluorescéine. C. Résultat 15 jours après la greffe de membrane amniotique lyophilisée.

conventionnelle), une concentration élevée en protéines de matrice et une résistance mécanique élevée. Les indications préférentielles seront les reconstructions de la surface oculaire, notamment après chirurgie carcinologique.

Indications ophtalmologiques

A. De Rötth [5], en 1940, est le premier à utiliser une membrane amniotique en ophtalmologie pour la reconstruction conjonctivale dans le contexte de symblépharon ou de brûlures chimiques de la conjonctive. Elle est aujourd'hui indiquée dans le traitement des ulcères cornéens, des kératites infectieuses, de la kératopathie bulleuse, de l'insuffisance limbique, du ptérygion et de la

conjonctive, du glaucome ou du strabisme ou encore dans les brûlures chimiques aiguës.

Néanmoins, deux indications dominent l'utilisation des membranes amniotiques :

>>> Prise en charge des kératites

La membrane amniotique lyophilisée trouve sa place en cas d'ulcères persistants ou d'ulcères neurotrophiques, afin de favoriser la réépithélialisation [6]. Une seule couche en overlay apporte suffisamment de facteurs de croissance pour promouvoir la cicatrisation épithéliale. En cas d'ulcères profonds, on privilégiera une technique multicouche, afin de combler le défaut stromal.



Fig. 3 : Membrane de cordon ombilical.

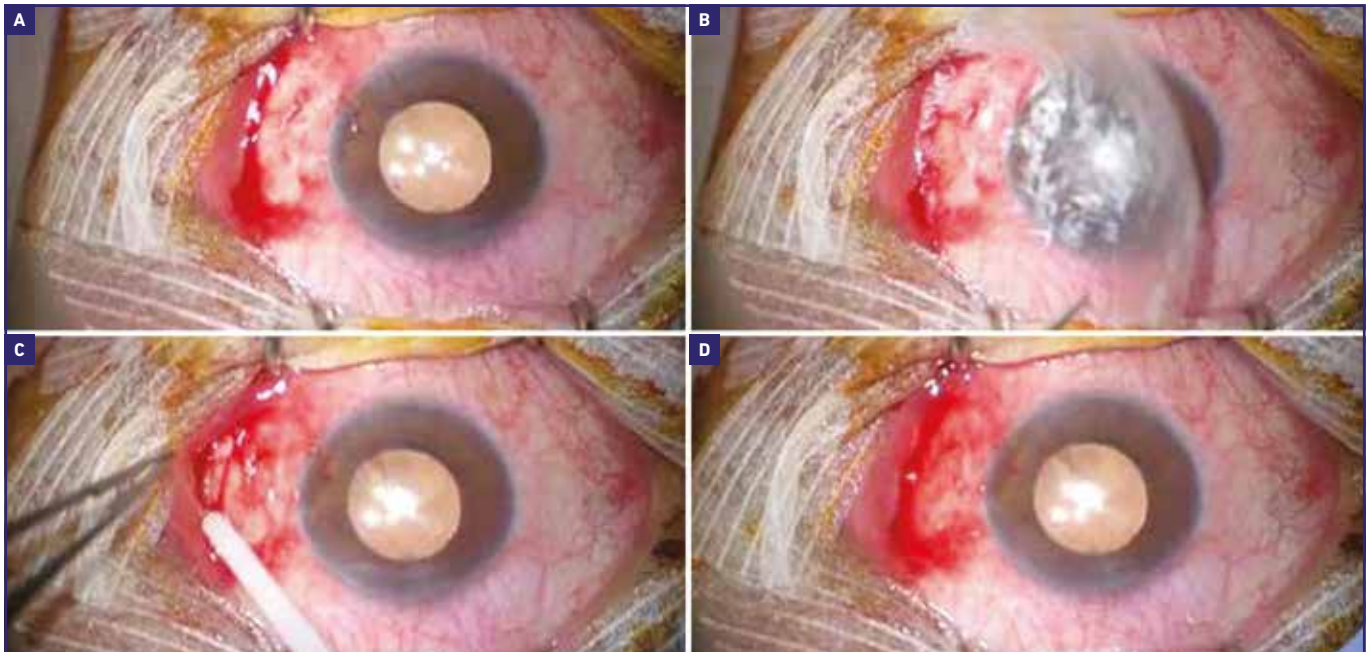


Fig. 4 : Chirurgie du ptérygion. A. Aspect peropératoire après exérèse du ptérygion. B. Positionnement et découpe de la membrane amniotique lyophilisée. C. Application de colle biologique pour maintenir en place la membrane amniotique. D. Aspect peropératoire après positionnement de la membrane amniotique.

Dans le cas des kératites infectieuses, les propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires des membranes amniotiques sont intéressantes [7]. Les *figures 3A et 3B* montrent l'exemple d'une kératite infectieuse avec un ulcère secondaire à la toxicité des collyres. La greffe de membrane amniotique permet la cicatrisation de l'ulcère, mais aussi de diminuer de manière significative l'inflammation (*fig. 3C*).

>>> Prise en charge des ptérygions

Nakamura [8] a montré l'efficacité de l'utilisation des membranes amniotiques lyophilisées en simple greffe, après exérèse d'un ptérygion (*fig. 4*). Une cicatrisation complète en une à deux semaines avec une diminution rapidement significative de l'inflammation de la surface oculaire et une absence de récurrence a été rapportée. Cependant, des cas de cicatrisation excessive se traduisant par l'apparition d'un bourgeon charnu ont été rapportés avec cette technique. Les meilleurs résultats rapportés actuellement sont avec l'association d'une autogreffe conjonctivale et d'une greffe de membrane amniotique sur le lit scléral [9].

Les membranes amniotiques sont un allié essentiel de la chirurgie ophtalmologique, qu'il s'agisse d'obtenir une cicatrisation de la surface oculaire ou de combler un défaut tissulaire, suite à la résection d'une lésion. Les nouvelles formes lyophilisées sont d'un maniement aisé et d'une disponibilité immédiate au bloc opératoire,

du fait de leur conservation durable. Elles sont équivalentes dans leurs indications et résultats aux membranes amniotiques cryoconservées.

Bibliographie

1. JIRSOVA K, JONES GLA. Amniotic membrane in ophthalmology: properties, preparation, storage and indications for grafting-a review. *Cell Tissue Bank*, 2017;18:193-204.
2. KRUSE FE, ROHRSCHEIDER K, VOLCKER HE. Multilayer amniotic membrane transplantation for reconstruction of deep corneal ulcers. *Ophthalmology*, 1999;106:1504-1510; discussion 1511.
3. PACHIGOILLA G, PRASHER P, DI PASCUALE MA *et al.* Evaluation of the role of ProKera in the management of ocular surface and orbital disorders. *Eye Contact Lens*, 2009;35:172-175.
4. RODRIGUEZ-ARES MT, LOPEZ-VALLADARES MJ, TOURINO R *et al.* Effects of lyophilization on human amniotic membrane. *Acta Ophthalmol*, 2009;87:396-403.
5. DE RÖTH A. Plastic repair of conjunctival defects with fetal membranes. *Arch Ophthalmol*, 1940;23:522-525.
6. LEE SH, TSENG SC. Amniotic membrane transplantation for persistent epithelial defects with ulceration. *Am J Ophthalmol*, 1997;123:303-312.
7. SHEHA H, LIANG L, LI J *et al.* Sutureless amniotic membrane transplantation for severe bacterial keratitis. *Cornea*, 2009;28:1118-1123.
8. NAKAMURA T, INATOMI T, SEKIYAMA E *et al.* Novel clinical application of sterilized, freeze-dried amniotic membrane to treat patients with pterygium. *Acta Ophthalmol Scand*, 2006;84:401-405.
9. ALEWSKI M, BUDNIK A, KONOPINSKA J. Evaluating the Efficacy and Safety of Different Pterygium Surgeries: A Review of the Literature. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022;19:11357.

Les auteurs ont déclaré les liens d'intérêts suivants : orateurs occasionnels pour Horus Pharma.

Quand ça se complique...

■ Comment détecter les cornées à risque d'ectasie en 2023 ?	222
L. Hoffart, G. Ho Wang Yin	
■ Dépistage du kératocône infraclinique avant chirurgie réfractive	227
M. Sellam	
■ Chirurgie réfractive sur cornées à risque : jusqu'où peut-on aller en 2023 ?	232
O. Prisant, E. Pottier	
■ Les complications du SMILE Pro	238
M. Weissrock	
■ Anneaux intracornéens : quand il faut les retirer...	244
O. Prisant, E. Pottier	
■ Cauchemar en DMEK	248
E. Gabison	
■ Les reprises en chirurgie réfractive	252
L. Moyal	
■ La douleur en chirurgie réfractive	256
L. Moyal	

Comment détecter les cornées à risque d'ectasie en 2023 ?



L. HOFFART, G. HO WANG YIN
Clinique Monticelli-Vélodrome, MARSEILLE
louis.hoffart@vision-sud.fr

Identifier un patient avec une “cornée à risque”, c’est-à-dire qui présente un kératocône au stade le plus précoce est un objectif difficile à atteindre pour un chirurgien réfractif. Considéré comme le principal facteur de risque d’ectasie cornéenne postopératoire, le kératocône non détecté est une contre-indication à la chirurgie réfractive. Malheureusement, l’examen à la lampe à fente et la topographie cornéenne ne permettent pas d’identifier avec certitude ces patients [1].

L’utilité diagnostique d’une constante cornéenne repose sur sa sensibilité (la capacité d’identifier correctement les yeux avec un kératocône), sa spécificité (la capacité d’identifier correctement les yeux sans kératocône) et le seuil au-delà duquel il serait considéré comme pathologique. Il est important de noter qu’il n’existe actuellement aucune mesure permettant de différencier sans équivoque une atteinte débutante, de sorte qu’un diagnostic de “cornée à risque” doit tenir compte d’une série d’évaluations cornéennes.

L'examen clinique

Les stades subcliniques d’un kératocône sont difficiles à identifier sur la base d’un seul examen. L’interrogatoire, orienté vers ce dépistage, s’attachera à rechercher particulièrement : des antécédents familiaux de kératocône, des frottements oculaires, des difficultés en vision nocturne ou encore l’existence d’une atopie. L’examen biomicroscopique ne retrouvera aucun signe de kératocône mais permettra d’écarter des anomalies de la surface oculaire qui pourraient fausser les examens topographiques, telles qu’un ménisque de larmes abondant, un syndrome sec ou une taie cornéenne.

Sur le plan réfractif, une myopisation, éventuellement associée au développement et/ou à la progression d’un astigmatisme, est évocatrice du développement d’un kératocône. En raison de la progression habituellement asymétrique, cette modification réfractive est plus importante sur un œil, contrairement à une myopisation banale, généralement symétrique.

Topographie cornéenne

La topographie cornéenne est encore aujourd’hui considérée comme l’examen de référence du diagnostic du kératocône. On parle de suspicion de kératocône pour les patients qui présentent une topographie cornéenne anormale, mais sans kératocône cliniquement détecté [2]. Les anomalies “suspectes” de la topographie cornéenne sont entre autres, une asymétrie selon le méridien horizontal avec une augmentation de la kératométrie inférieure ou un astigmatisme irrégulier. Les stades précoces, s’ils sont déjà visibles sur la face antérieure de la cornée, sont reconnaissables par un déplacement généralement temporal inférieur de l’apex et/ou à une perte d’alignement des héli-méridiens cornéens. Dans de nombreux cas, les premières modifications subcliniques d’un kératocône sont observées sur la face postérieure de la cornée

et ne sont donc pas détectables sur la topographie spéculaire mais essentiellement par la topographie d'élévation. La plupart des appareils de topographie intègrent des indices de détection topographique du kératocône mais ces paramètres sont relativement peu utiles dans la détection du kératocône au stade infraclinique [3].

Tomographie du segment antérieur de l'œil (fig. 1)

Les modifications de la surface cornéenne postérieure peuvent être l'un des premiers signes cliniquement détectables du kératocône et de nombreuses études ont rapporté l'utilité de l'évaluation de la face cornéenne postérieure. L'une des mesures les plus couramment utilisée est l'élévation cornéenne postérieure, c'est-à-dire la façon dont l'élévation de la cornée postérieure dévie par rapport à un corps de référence, tel qu'une sphère ou une ellipse [4]. Une tomographie du segment antérieur de l'œil par tomographie, par cohérence optique (OCT) ou procédé Scheimpflug permet également l'analyse de la face cornéenne antérieure et d'établir une carte pachymétrique de l'ensemble de la surface cornéenne. L'analyse "Belin/Ambrósio Enhanced-Ectasia" du Pentacam (Oculus GmbH), un des indices topographiques les plus diffusés, prend en compte ces deux paramètres. L'indice BAD D est une valeur de déviation totale des données de hauteur de la face antérieure, postérieure et de la pachymétrie. Il est basé sur une analyse de régression linéaire et indique le risque d'ectasie en comparant les données

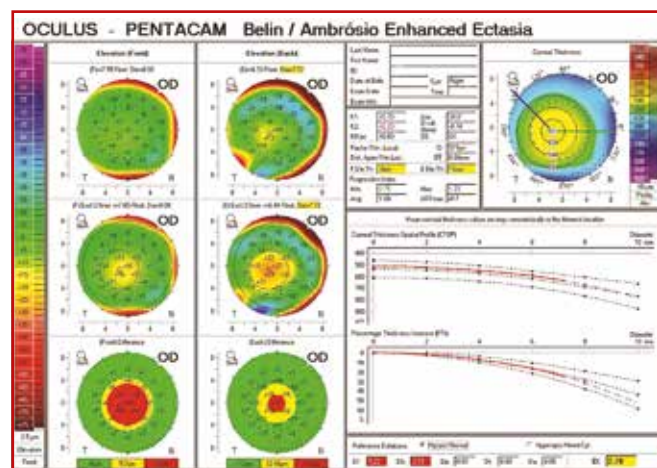


Fig. 1 : Interface de l'analyse "Belin/Ambrósio Enhanced-Ectasia" du Pentacam (Oculus GmbH). L'indice BAD D est basé sur une analyse de régression linéaire et indique le risque d'ectasie en comparant les données à partir d'une base de données d'une population standard. Les valeurs > 1,6, l'écart type, sont suspectes (dans cet exemple, la valeur de 2,78 est suspecte).

à partir d'une base de données d'une population standard. Les valeurs > 1,6, l'écart type, sont suspectes, les valeurs > 3, l'écart-type, présentent un risque d'ectasie très élevé [5].

Profil d'épaisseur de l'épithélium cornéen (fig. 2)

Depuis l'avènement de l'imagerie par OCT du segment antérieur à haute résolution, de nombreuses études ont analysé le profil d'épaisseur des couches cornéennes dans le cas du kératocône. Les yeux kératocôniques présentent généralement un amincissement épithélial à l'apex du cône, entouré d'un anneau d'épaississement épithélial, lié à un remodelage afin de lisser la surface optique. Li *et al.* [6] ont rapporté qu'une mesure de l'épaisseur épithéliale présente une sensibilité de 96 % et une spécificité de 100 % pour distinguer le kératocône subclinique des yeux normaux. L'une des limites de la détection du kératocône à l'aide du profilage de l'épaisseur épithéliale est que la segmentation de l'image peut être délicate en présence d'altérations de la membrane basale et que les mesures d'épaisseur sont donc moins fiables dans les cornées kératocôniques que dans les cornées saines [7]. Les mesures de l'épaisseur

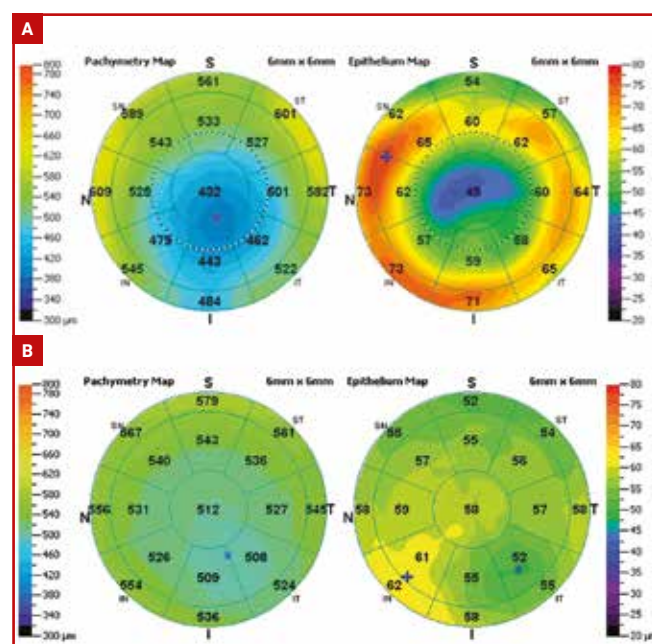


Fig. 2 : Profil d'épaisseur de l'épithélium cornéen en OCT. **A :** Kératocône au stade clinique : amincissement de l'épithélium au sommet du cône associé à une hyperplasie de l'épithélium en forme de "donut". **B :** Kératocône infraclinique : amincissement temporal inférieur de l'épithélium, en regard de la zone pachymétrique la plus fine.

épithéliale doivent toujours être considérées en conjonction avec d'autres mesures cliniques dans le diagnostic du kératocône.

Aberrométrie oculaire

L'aberrométrie est aujourd'hui souvent utilisée en première intention comme méthode objective de détermination de la réfraction. Un kératocône doit notamment être suspecté lorsque les aberrations de haut grade (*high Order Aberrations* ou HOAs) des deux yeux diffèrent fortement en axe et en amplitude. Néanmoins, il est nécessaire d'avoir écarté préalablement une instabilité du film lacrymal ainsi que les irrégularités cornéennes qui en résultent qui pourraient fausser les résultats.

La mesure des HOAs de la face cornéenne antérieure, dérivées du profil d'élévation de la cornée, est particulièrement utile pour la détection du kératocône (en particulier pour différencier les yeux normaux des kératocônes subcliniques, de forme fruste ou émergents) et notamment la mesure du coma vertical. Une valeur élevée d'un œil sera un indicateur important de la présence éventuelle d'un kératocône. La capacité à discriminer entre

les yeux sains et le kératocône infraclinique est améliorée lorsque les HOAs cornéennes antérieures sont considérées avec d'autres paramètres, tels que la pachymétrie et les aberrations cornéennes postérieures [8].

Analyse de la biomécanique cornéenne (fig. 3)

Les propriétés biomécaniques de la cornée peuvent être modifiées dès les premiers stades du kératocône. En raison d'un ancrage réduit des lamelles de collagène dans la membrane de Bowman, la stabilité et l'intégrité mécanique peuvent être réduites en cas de kératocône. Teraï *et al.* [9] ont montré qu'une modification de la composition et de la teneur en protéoglycanes et en glycosaminoglycanes de la cornée, en cas de kératocône, influence les propriétés viscoélastiques de la cornée.

Au cours de la dernière décennie, l'intérêt pour la biomécanique cornéenne dans le cadre de la détection du kératocône a considérablement augmenté en raison de la disponibilité d'appareils de mesure dont l'*Ocular Response Analyzer* (Reichert GmbH) et le *CorVis ST* (Oculus GmbH). Ces instruments permettent d'évaluer les propriétés viscoélastiques de la cornée *in vivo*

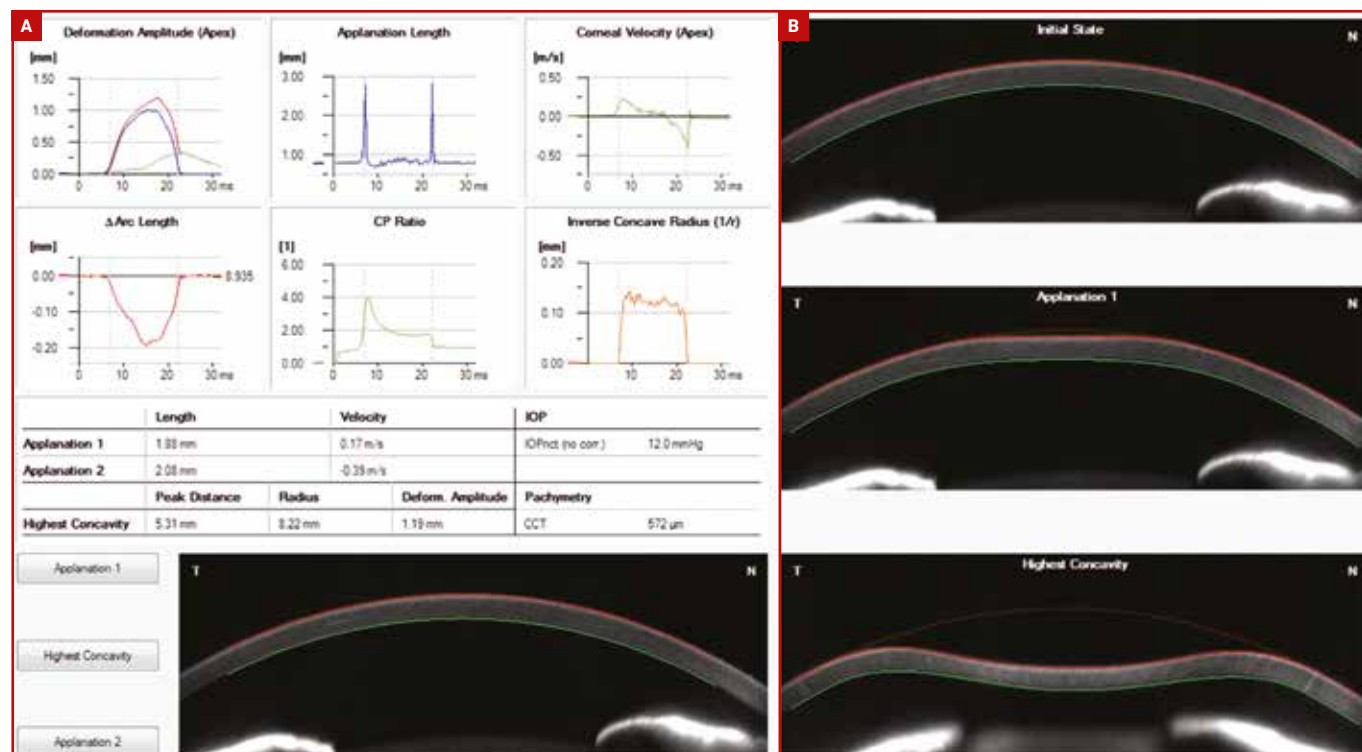


Fig. 3 : Interface du Corvis ST (Oculus GmbH) et indice CBI. **A)** Analyse de la géométrie cornéenne par une caméra à haute vitesse. **B)** Un score biomécanique (CBI) est calculé à partir de ces valeurs : en haut : normal (score de 0 à 0,2), milieu : cornée suspecte (score de 0,2 à 0,8), en bas : kératocône (score de 0,8 à 0,1).

Quand ça se complique...

en se basant sur sa réponse à une déformation par un jet d'air [10]. Étant donné que les propriétés biomécaniques de la cornée sont altérées dans le cas du kératocône, il a été supposé que les mesures biomécaniques sont un marqueur avec une bonne sensibilité pour détecter un kératocône infraclinique. L'ORA déduit les constantes biomécaniques par la mesure de la déformation de la cornée (hystérésis) par la tonométrie, le Corvis ST y ajoute une analyse de la géométrie cornéenne par une caméra à haute vitesse. Shah *et al.* [11] avaient publié des valeurs d'hystérésis plus faibles avec l'ORA, dans les yeux présentant un kératocône. Tannhoff *et al.* ont déterminé des valeurs seuil de rigidité avec le Corvis ST [12]. L'indice biomécanique proposé par le Corvis (CBI) combine différents paramètres biomécaniques afin de distinguer les yeux atteints de kératocône des yeux normaux. Dans une série, une anomalie biomécanique a été constatée bien qu'il n'y avait pas encore d'anomalies à la topographie et à la tomographie [13].

Des techniques émergentes, telles que l'élastographie par cohérence optique, pourront aider à identifier les changements microstructuraux de la cornée, permettant ainsi une détection plus précoce du kératocône.

Intelligence artificielle (IA) (fig. 4)

Au cours de la dernière décennie, différentes approches d'IA ont été utilisées pour tenter d'automatiser la détection et la classification du kératocône sur la base d'un

large éventail de paramètres cornéens. Les algorithmes, conçus pour différencier le kératocône au stade clinique des yeux sains, basés sur la topographie ou la tomographie cornéenne ou encore par OCT, sont fiables avec des scores de spécificité et de sensibilité supérieurs à 95 %. Plusieurs études ont démontré un excellent potentiel pour différencier identifier un kératocône frustré [14].

Basé sur l'intelligence artificielle (IA), l'indice biomécanique tomographique (TBI) a été développé, comme le score global du Corvis ST, en combinaison avec la tomographie optique du Pentacam. Il en résulte une précision nettement supérieure pour la détection d'un kératocône subclinique, par rapport à l'examen individuel [15]. Le TBI gagne encore en précision du fait qu'il s'agit d'un algorithme "apprenant" qui devient de plus en plus précis au fur et à mesure que la quantité de données augmente. Ainsi, la combinaison des deux procédés s'avère être une solution d'avenir pour la détection précoce du kératocône dans la pratique.

Conclusion

Pour indiquer une intervention de chirurgie réfractive et pour éviter les conséquences possibles de la présence d'un kératocône infraclinique, il est indispensable de procéder à une analyse appropriée de l'épaisseur et de la surface cornéenne postérieure, en plus d'une anamnèse ciblée. La prise en compte exclusive des indices disponibles n'est pas suffisante, car elle ne permet pas

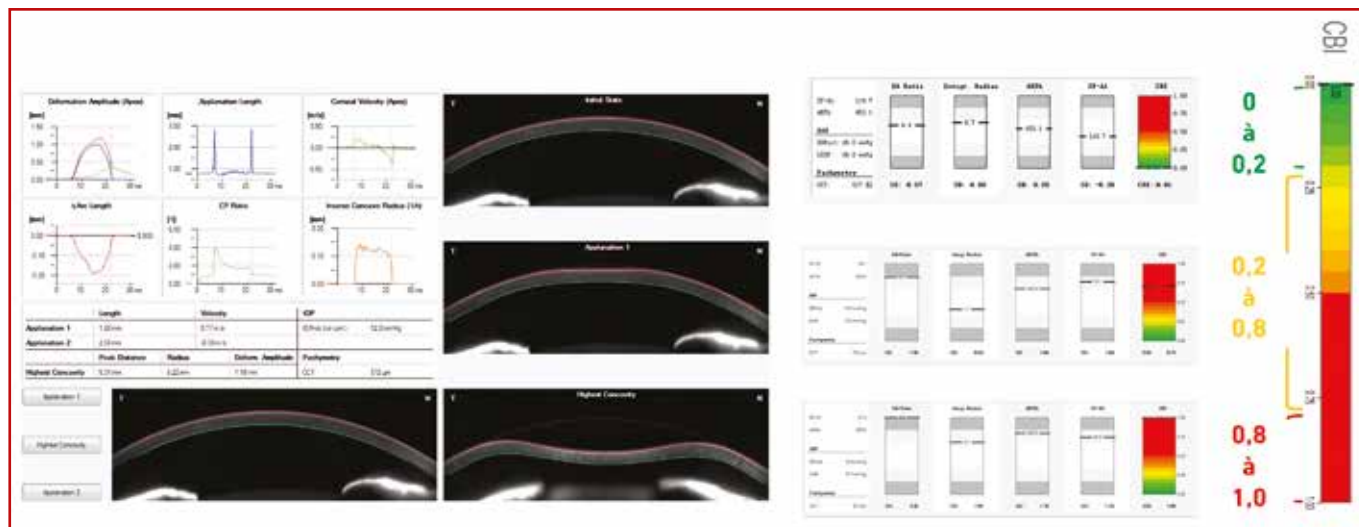


Fig. 4 : Interface de l'indice biomécanique tomographique (TBI). Le TBI consiste en score combinant de l'indice biomécanique CBI du Corvis ST avec la tomographie optique du Pentacam. Il en résulte une précision nettement supérieure pour la détection d'un kératocône subclinique par rapport à une simple tomographie ou topographie cornéenne.

de détecter les stades précoces. En cas de suspicion de cornée à risque, il est indispensable de préciser le diagnostic en combinant plusieurs méthodes d'analyse. L'association de la tomographie et de la biomécanique avec des méthodes d'intelligence artificielle est une avancée majeure dans la détection précoce du kératocône.

Bibliographie

1. SAAD A, GATINEL D. Topographic and tomographic properties of forme fruste keratoconus corneas. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51:5546-5555.
2. KLYCE SD. Chasing the suspect: Keratoconus. *Br J Ophthalmol*, 2009;93:845-847.
3. BELIN MW, KHACHIKIAN SS. An introduction to understanding elevation-based topography: how elevation data are displayed - a review. *Clin Exp Ophthalmol*, 2009;37:14-29.
4. SAAD A, GATINEL D. Topographic and tomographic properties of forme fruste keratoconus corneas. *Investig Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51:5546-5555.
5. BELIN MW, KHACHIKIAN SS. An introduction to understanding elevation-based topography: How elevation data are displayed - A review. *Clin Exp Ophthalmol*, 2009;37:14-29.
6. REINSTEIN DZ, ARCHER TJ, GOBBE M. Corneal epithelial thickness profile in the diagnosis of keratoconus. *J Refract Surg*, 2009;25:604-610.
7. LI Y, CHAMBERLAIN W, TAN O *et al*. Subclinical keratoconus detection by pattern analysis of corneal and epithelial thickness maps with optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*, 2016;42:284-295.
8. VEGA-ESTRADA A, MIMOUNI M, ESPLA E *et al*. Corneal epithelial thickness intrasubject repeatability and its relation with visual limitation in keratoconus. *Am J Ophthalmol*, 2019;200:255-262.
9. TERAI N, RAISKUP F, HAUSTEIN M *et al*. Identification of biomechanical properties of the cornea: the ocular response analyzer. *Curr Eye Res*, 2012;37:553-562.
10. VELLARA HR, PATEL DV. Biomechanical properties of the keratoconic cornea: a review. *Clin Exp Optom*, 2015;98:31-38.
11. SHAH S, LAIQUZZAMAN M, BHOJWANI R *et al*. Assessment of the biomechanical properties of the cornea with the ocular response analyzer in normal and keratoconic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007;48:3026-3031.
12. TANNHOFF H, PARASTA AM, EISENBARTH W. Différences de la biomécanique cornéenne en cas de kératocône et de dégénérescence marginale pellucide - mesurées à l'aide du Corvis ST Munich, 2017.
13. VINCIGUERRA R, AMBROSIO R JR, ELSHEIKH A *et al*. Detection of keratoconus with a new biomechanical index. *J Refract Surg*, 2016;32:803-810.
14. SMADJA D, TOUBOUL D, COHEN A *et al*. Detection of subclinical keratoconus using an automated decision tree classification. *Am J Ophthalmol*, 2013;156:237-246.
15. AMBRÓ SIO R JR, LOPES BT, FARIA-CORREIA F *et al*. Integration of Scheimpflug-1 based corneal tomographic and biomechanical assessments for enhancing ectasia detection. *J Refract Surg*, 2017;33:266-273.

L. Hoffart a déclaré être orateur occasionnel pour Oculus. G. Ho Wang Yin a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Dépistage du kératocône infraclinique avant chirurgie réfractive



M. SELLAM

Explore Vision, RUEIL-MALMAISON.

drsellam@hotmail.fr

L'expansion remarquable et les excellents résultats de la chirurgie réfractive depuis plus de 20 ans sont dus à de nombreux facteurs, au titre desquels nous pouvons principalement citer : une industrie de pointe fournissant des lasers photoablatifs de grande qualité et en constante amélioration, des techniques chirurgicales sûres, reproductibles et efficaces, et bien évidemment des outils d'imagerie préopératoire permettant de diminuer sans cesse le risque de complications postopératoires (ectasie cornéenne) – c'est le sujet de cet article.

Nous le savons bien, traiter un œil sain nécessite de définir ce qu'est un œil sain et, en l'occurrence, une cornée saine. Nous pouvons, entre autres, la définir par défaut en éliminant les signes infracliniques de kératocône. Nous n'aborderons pas ici les signes cliniques évidents de kératocône.

Le kératocône se définit comme une pathologie cornéenne caractérisée par une déformation et un amincissement excessif de la cornée. Or la chirurgie réfractive cornéenne vise justement à modifier la forme et l'épaisseur de cette dernière : il est donc essentiel de ne pas méconnaître de kératocône fruste en préopératoire et ce sont ces deux principaux points (topographie et pachymétrie) que nous allons analyser, suivant diverses

méthodes que nous allons détailler. En fin d'article, nous verrons également l'apport de l'aberrométrie dans le diagnostic du kératocône.

La pathogénie du kératocône reste encore débattue, mais il semblerait que les frottements mécaniques soient la cause essentielle de cette anomalie.

Analyse pachymétrique

Une cornée d'épaisseur dite normale se situe, selon les études, autour de $550 \pm 30 \mu\text{m}$. En cas de pachymétrie fine, il est important de repérer les critères discriminants entre un kératocône fruste et une simple cornée fine :

- l'amincissement en cas de kératocône est souvent marqué, comparé à une simple cornée fine, et peut descendre facilement en dessous de $480\text{--}470 \mu\text{m}$ (fig. 1) ;
- l'amincissement n'est pas homogène et se retrouve le plus souvent en regard du point cornéen le plus bombé (c'est-à-dire en inférieur) : il est donc essentiel d'analyser la carte pachymétrique en même temps que la carte topographique (c'est la force de la plupart des topographes actuels avec mise en page dite quadmap, démocratisée par l'Orbscan) ;

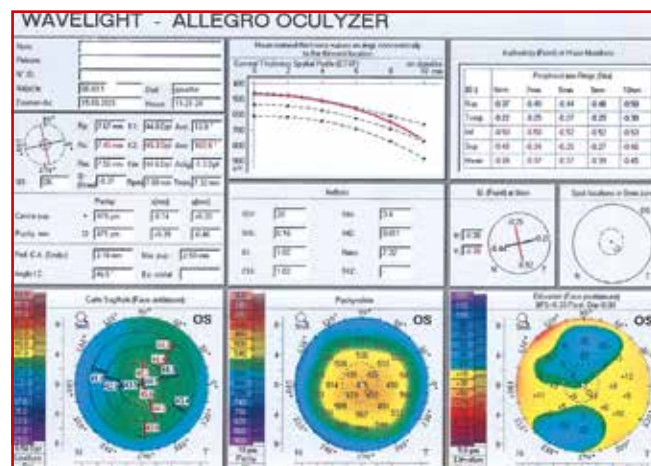


Fig. 1 : Les indices sont parfois faussement rassurants (Pentacam).

– l'analyse pachymétrique segmentée apporte davantage de renseignements, souvent plus précoces que les autres anomalies (topographiques) retrouvées : l'épaisseur de l'épithélium cornéen est ainsi amincie très précocement dans le développement du kératocône (fig. 2).

Analyse topographique

Nous allons voir ici les principaux appareils de topographie cornéenne dans l'ordre de leur apparition chronologique et mettrons en avant les points forts à retenir, en lien avec la physiopathologie.

1. Topographie cornéenne par disque de Placido

L'analyse de la courbure cornéenne se fait par la projection des mires de Placido. Cette première méthode d'analyse cornéenne (1880), toujours d'actualité, a pour intérêt

d'apporter des éléments déterminants pour le diagnostic précoce de kératocône et notamment trois points essentiels :

- l'asymétrie de cambrure (particulièrement fréquente dans la partie temporale inférieure, mais de façon non exclusive);
- la perte de l'énanthiomorphisme (c'est-à-dire de la symétrie entre les deux yeux; fig. 3);
- l'évolutivité de la courbure cornéenne dans le temps

Néanmoins, cette méthode de mesure seule présente quelques inconvénients :

- l'analyse dioptrique de la puissance cornéenne antérieure se fait par conversion des mesures en millimètres entre les mires par l'indice de conversion kératométrique, qui fait débat et change d'un appareil à l'autre;
- la qualité des informations mesurées est sensiblement liée à la qualité du film lacrymal;
- le port de lentilles de contact (surtout les lentilles rigides) peut induire une déformation de la courbure

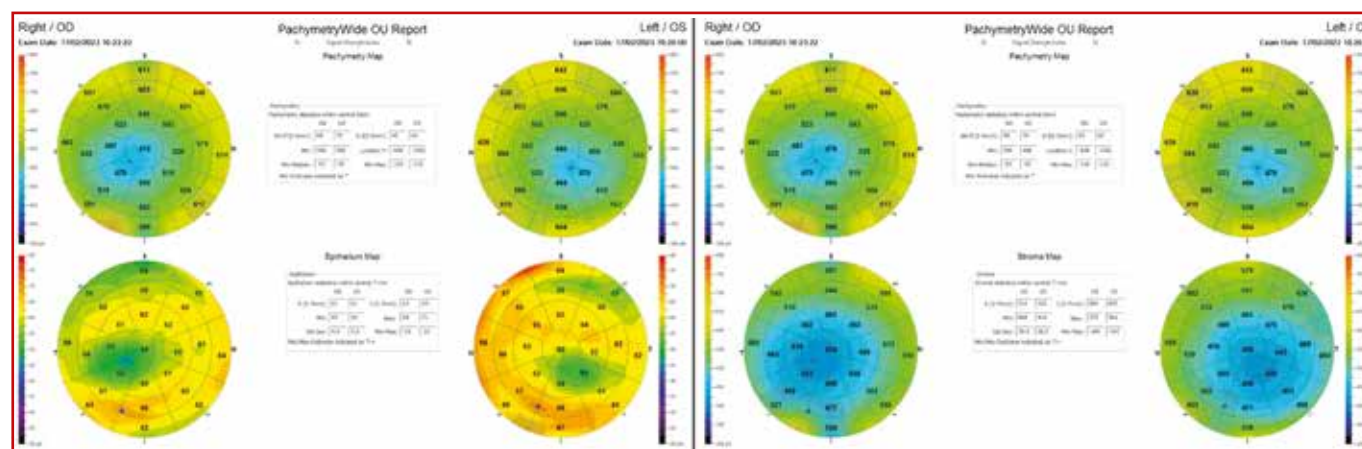


Fig. 2 : Amincissement épithélial (et stromal) avec point le plus fin décalé en SD-OCT (même patiente que fig. 7).

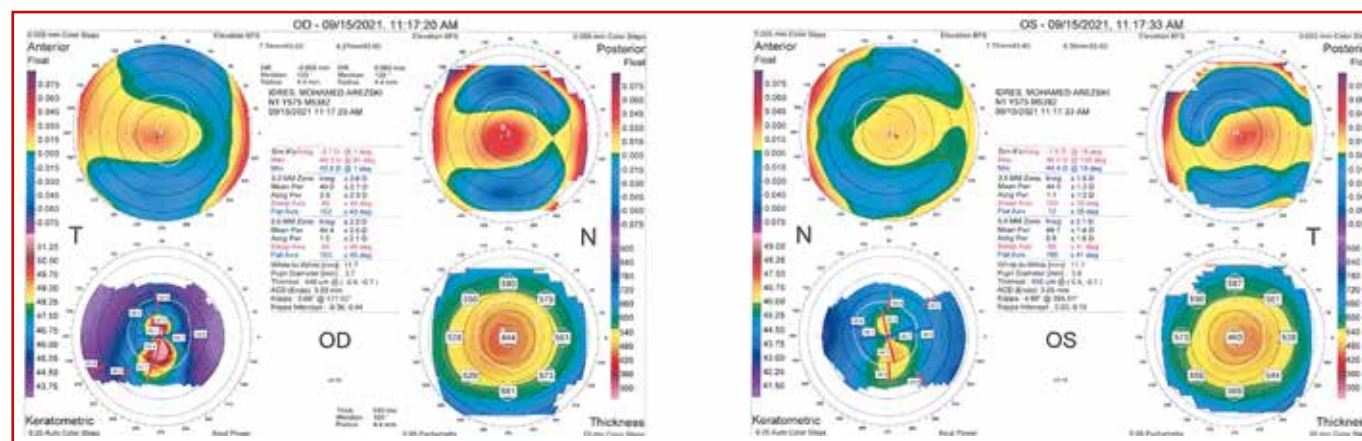


Fig. 3 : Il faut savoir comparer les deux yeux (même patient que fig. 1).

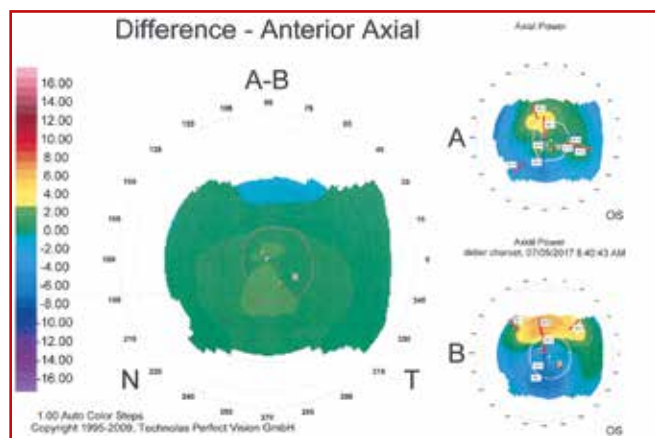


Fig. 4: Corneal warpage.

cornéenne, qu'il faut connaître pour ne pas diagnostiquer de faux positifs (fig. 4);

– surtout, nous savons aujourd'hui l'importance de la pachymétrie et de la courbure de la face postérieure de la cornée (or ces éléments font défaut dans une topographie antérieure pure).

Heureusement, l'arrivée de nouvelles technologies a permis d'apporter de nouvelles données et de mieux diagnostiquer le kératocône.

2. Topographie cornéenne par caméra Scheimpflug

La première commercialisation par Oculus en 1999 du Pentacam repose sur la technologie Scheimpflug, permettant à la fois une analyse pachymétrique et de la courbure des deux faces cornéennes. En plus des données de la face cornéenne antérieure, des mesures (et non des estimations) de la face cornéenne postérieure sont prises. Il faut donc ajouter les points suivants pour l'aide au diagnostic de kératocône:

- le bombement de la face postérieure de la cornée;
- l'amincissement paracentral.

Ainsi, des cartographies différentes de la cornée peuvent être établies et superposées, permettant d'augmenter la spécificité du dépistage: à titre d'exemple, le bombement de la face postérieure est souvent décalé et en regard du point pachymétrique le plus fin. La superposition des points remarquables (point le plus fin, le plus cambré, le plus élevé), en particulier en temporal inférieur, est un argument fort et très évocateur d'un kératocône fruste.

Ce principe de quadmap, largement repris par la plupart des topographes actuels, a été mis en avant par l'Orbscan à la fin du siècle dernier et sa technologie combinant la topographie spéculaire avec la fente à balayage.

3. Topographie cornéenne par fente à balayage

La technologie de fente à balayage apporte, en plus des données kératométriques et pachymétriques, des données supplémentaires d'élévation (tout comme la technologie Scheimpflug), exprimées en microns par rapport à une sphère de référence (*best-fit sphere*), et permet même le recalcul mathématique des aberrations optiques cornéennes, ce qui fournit des informations supplémentaires sur l'asphéricité cornéenne et la position de l'apex cornéen. Des cartes d'analyses axiales (analyse globale mais moins bonne en périphérie) ou tangentielles (analyse localisée plus détaillée mais plus sensible aux artéfacts) permettent une analyse fine de la cornée et augmentent la précision du dépistage de kératocône.

De très nombreux indices de détection existent, en voici quelques-uns:

- critère de Roush: différence d'élévation maximale supérieure à 100 μm dans la zone des 7 mm centraux;
- indice I-S > 1,4 D;
- SRAX (angulation excessive des méridiens les plus cambrés), surtout si associé à un nœud papillon (*bowtie*) asymétrique (fig. 5);
- critère d'Efkarpides: rapport des sphères de référence antérieure/postérieure en millimètres supérieur à 1,27;
- SCORE analyzer, etc.

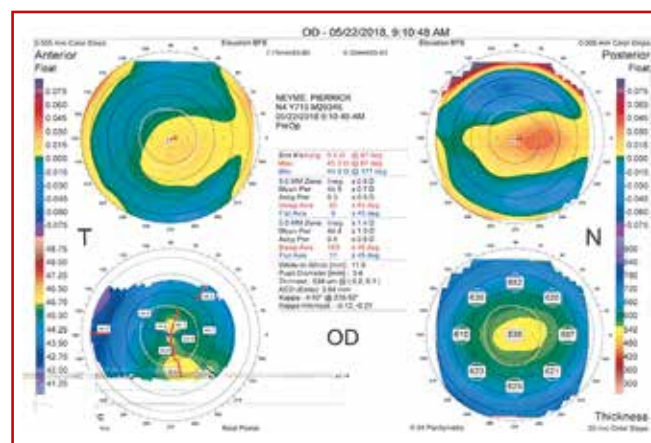


Fig. 5.

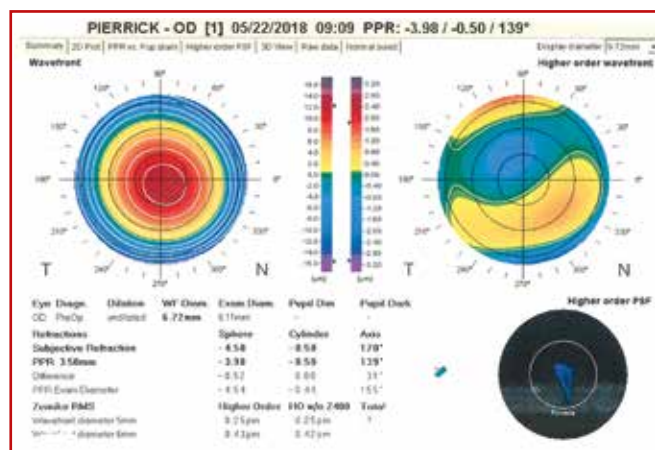


Fig. 8 : Coma vertical (aberromètre Zywave, cf. topographie du patient en fig. 5).

décrites), mais aussi un intérêt diagnostique car la déformation cornéenne induit, souvent de façon précoce, des aberrations de haut ordre de type *coma* (verticale) ou *trefoil*, ainsi qu'un étalement important du PSF (*point spread function*) par conséquent (fig. 8). Cet élément peut ainsi renforcer un faisceau d'arguments pour le diagnostic de kératocône en cas de doute.

Conclusion

La topographie permet donc une analyse anatomique et réfractive de la cornée. L'analyse par OCT cornéen permet une segmentation cornéenne et un couplage aux données topographiques, améliorant encore plus la sensibilité au dépistage du kératocône. L'aberrométrie apporte des informations fonctionnelles et précoces dans l'aide au dépistage de kératocône.

Enfin, les différentes méthodes d'analyse cornéenne citées dans cet article permettront d'orienter le choix de la technique chirurgicale en cas de technique soustractive: décentrement de l'apex sur les cartes d'élévation,

pachymétrie fine ($< 500 \mu\text{m}$) surtout si elle est décentrée, asymétrie de puissance entre les deux yeux... Toutes ces méthodes d'analyse permettent de recouper les informations sur la cornée et de réduire ainsi le risque d'ectasie secondaire sur un kératocône fruste préexistant.

Pour en savoir plus

- SALMAN A, KAILANI O, MARSHALL J *et al.* Evaluation of anterior and posterior corneal higher order aberrations for the detection of keratoconus and suspect keratoconus. *Tomography*, 2022;8:2864-2873.
- LI J, XUE C, ZHANG Y *et al.* Diagnostic value of corneal higher-order aberrations in keratoconic eyes. *Int Ophthalmol*, 2022 [online ahead of print].
- SEILER TG, MUELLER M, MENDES BAIÃO T. Repeatability and comparison of corneal tomography in mild to severe keratoconus between the anterior segment OCT MS-39 and Pentacam HR. *J Refract Surg*, 2022;38:250-255.
- REINSTEIN DZ, ARCHER TJ, VIDA RS. Epithelial thickness mapping for corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol*, 2022;33:258-268.
- MAHMOUD HAH, MENGASH HA. automated keratoconus detection by 3d corneal images reconstruction. *Sensors*, 2021;21:2326.
- SWARTZ T, MARTEN L, WANG M. Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography. *Curr Opin Ophthalmol*, 2007;18:325-333.
- RIBEIRO M, BARBOSA C, CORREIA P *et al.* Best fit sphere back and adjusted maximum elevation of corneal back surface as novel predictors of keratoconus progression. *Clin Ophthalmol*, 2022;16:4239-4248.
- WANG L, CANEDO ALC, WANG Y *et al.* Comparison of central topographic maps from a swept-source OCT biometer and a Placido disk-dual Scheimpflug tomographer. *J Cataract Refract Surg*, 2021; 47:482-487.
- GALLETTI JD, RUISEÑOR VÁZQUEZ PR, MINGUEZ N *et al.* Corneal asymmetry analysis by pentacam scheimpflug tomography for keratoconus diagnosis. *J Refract Surg*, 2015;31:116-123.
- ZHANG H, ZHANG X, HUA L *et al.* A review of imaging modalities for detecting early keratoconus An exploratory analysis of forme fruste keratoconus sensitivity diagnostic parameters. *Int Ophthalmol*, 2022;42:2473-2481.

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

Chirurgie réfractive sur cornées à risque: jusqu'où peut-on aller en 2023?



O. PRISANT, E. POTTIER

Cabinet Alma Vision, Clinique de la Vision, PARIS.

oprisant@gmail.com

Le cadre actuel de la chirurgie réfractive cornéenne permet de codifier d'une manière relativement univoque les indications en fonction de l'amétropie à corriger mais surtout en fonction du statut biomécanique cornéen (*fig. 1A*). Ce statut est évalué principalement selon les données de la topographie cornéenne. Les facteurs de risque d'ectasie cornéenne sont bien identifiés:

- pachymétrie inférieure à 500 μm ;
- asymétrie cornéenne (I-S, SRAX...);

- kératométrie élevée;
- forte amétropie;
- patient jeune, origine ethnique...

En l'absence de facteurs de risque, une chirurgie réfractive de type LASIK ou lenticulaire au laser femtoseconde (SMILE) est possible. En présence de l'un ou plusieurs de ces facteurs de risque, il est préférable d'opérer le patient en PKR. Néanmoins, et malgré le peu de cas d'ectasies post-PKR publiés dans la littérature (environ 70 cas à ce jour), les bonnes pratiques actuelles de chirurgie réfractive ne recommandent pas de proposer aux patients porteurs de kératocônes (KC) avérés, frustes voyant 10/10^e corrigés, une chirurgie réfractive, même en PKR (*fig. 1B*).

Par ailleurs et dans un cadre thérapeutique, la chirurgie du kératocône a fait d'importants progrès ces dernières années grâce aux anneaux intracornéens et au laser Excimer topoguidé couplé au *cross-linking* (CXL). Dans notre très large expérience d'environ 2000 kératocônes opérés depuis une quinzaine d'années, nous avons pu observer et rapporter une stabilité biomécanique à long terme sur des cornées

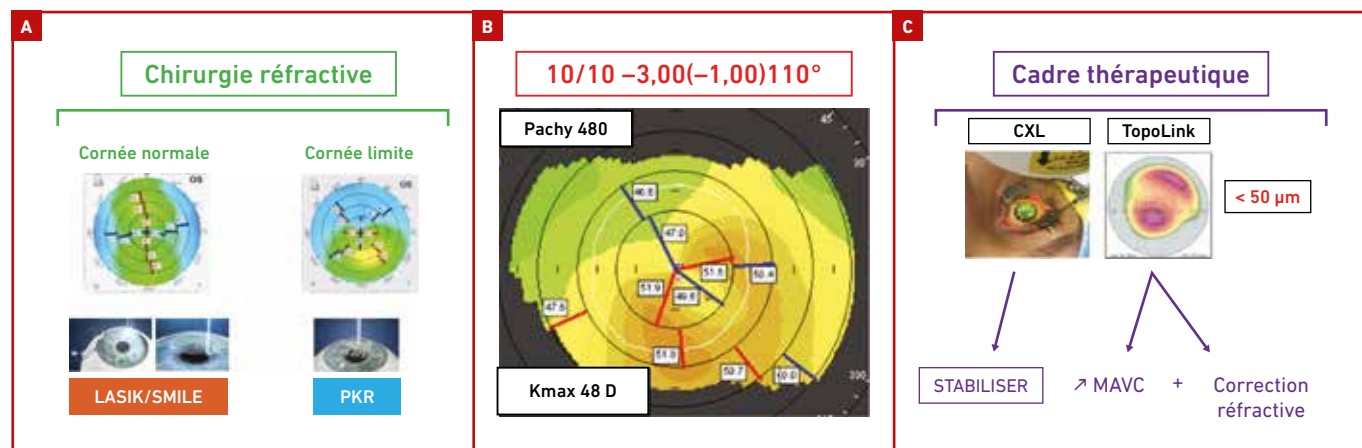


Fig. 1 : Cadre actuel de la chirurgie cornéenne au laser. **A :** indications actuelles de la chirurgie réfractive cornéenne au laser Excimer et/ou femtoseconde. **B :** un kératocône même modéré voyant 10/10^e de MAVC est actuellement une contre-indication à la chirurgie réfractive, même en PKR. **C :** cadre thérapeutique de la chirurgie du kératocône. Le protocole d'Athènes associant une photoablation topoguidée à un CXL permet de faire remonter la MAVC, de réduire l'amétropie et de stabiliser une cornée kératocônique. MAVC: meilleure acuité visuelle corrigée.

Quand ça se complique...

authentiquement kératocôniques, souvent évolutives, ayant bénéficié d'une photoablation topoguidée associée à un CXL (protocole d'Athènes) (fig. 1C).

L'observation de cette stabilité à long terme associée à une correction relativement précise des amétropies sphéro-cylindriques nous a amenés à évoquer le terme de "chirurgie réfractive du kératocône". Tout au long de cette expérience, nous nous sommes surtout demandés si cette chirurgie réalisée dans un cadre thérapeutique pourrait également être transposée à la chirurgie réfractive pour répondre à la demande de patients porteurs de kératocône fruste, n'ayant pas de baisse de leur meilleure acuité (MAVC). C'est le fruit de cette réflexion que nous vous livrons dans cet article.

Chirurgie conservatrice du kératocône

La chirurgie conservatrice du kératocône (CCK) a pour objectif de faire remonter la MAVC des patients kératocôniques et de corriger autant que possible leur amétropie sphéro-cylindrique, souvent forte, en régularisant la géométrie cornéenne grâce à une méthode additive (anneaux intracornéens) et une méthode photoablatrice (laser Excimer topoguidé ou TopoLink).

Le protocole d'Athènes décrit par John Kanellopoulos [1] en 2010 consiste à coupler photoablation topoguidée au laser Excimer et CXL afin, d'une part, de régulariser la géométrie cornéenne pour faire remonter la MAVC et réduire l'amétropie et, d'autre part, de stabiliser le kératocône. Par ailleurs, la photoablation de la membrane de Bowman favorise la pénétration de la riboflavine dans le stroma cornéen, ce qui renforce théoriquement l'efficacité biomécanique du CXL.

Stabilité biomécanique à long terme du protocole d'Athènes

Plusieurs publications font état d'une stabilité cornéenne biomécanique à long terme sur les cornées kératocôniques ayant bénéficié du protocole d'Athènes. Kanellopoulos [2] a par exemple montré en 2019 des résultats stables à 10 ans sur 144 yeux traités par ce protocole.

Nous avons par ailleurs présenté au congrès de la SAFIR 2022 une étude rétrospective sur 154 yeux kératocôniques ayant bénéficié du seul protocole d'Athènes

sans pose d'anneaux, avec un recul minimal de 9 mois et moyen de 2 ans (9 mois à 9 ans) (fig. 2A). Notre étude a démontré une stabilité réfractive, visuelle et

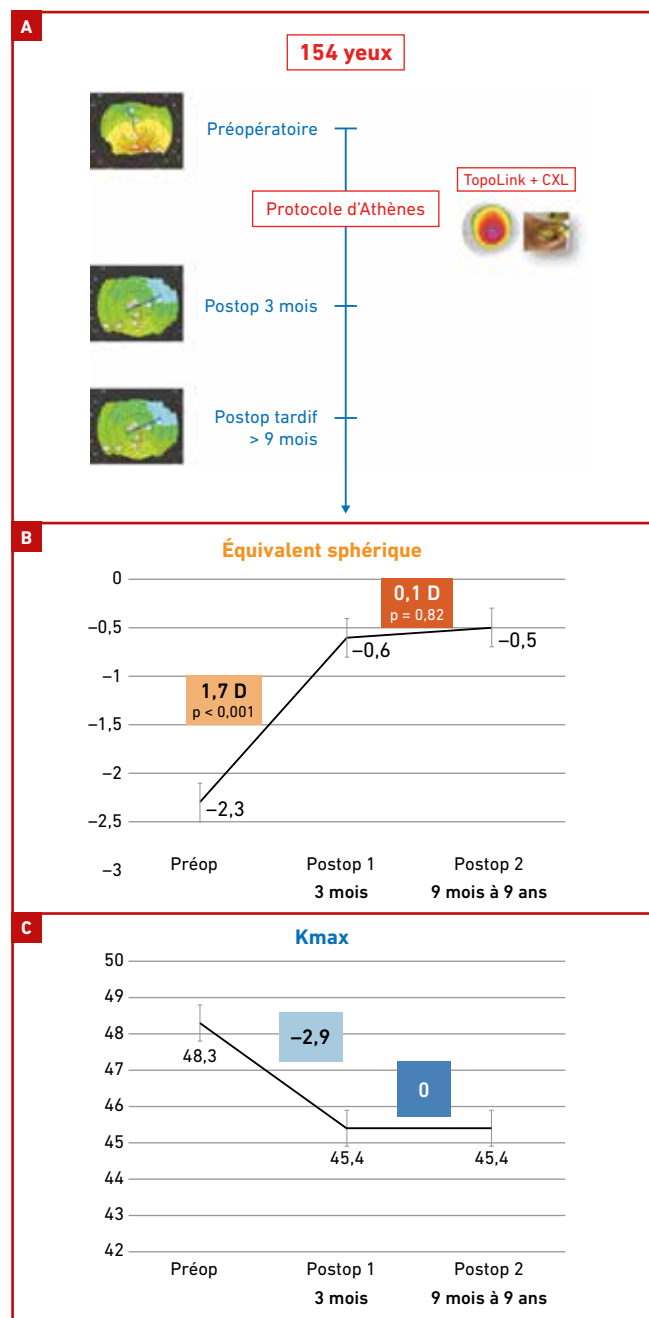


Fig. 2 : Notre étude sur la stabilité à long terme après protocole d'Athènes. **A :** schéma de notre étude. Cette étude, que nous avons présentée à la SAFIR 2022, a inclus 154 yeux ayant tous bénéficié du protocole d'Athènes (laser topoguidé + cross-linking). Les données ont été mesurées en préopératoire, 3 mois après l'intervention et lors de la dernière visite postopératoire (entre 9 mois et 9 ans après l'intervention). Le but de cette étude était d'étudier la stabilité biomécanique à long terme. **B :** résultats réfractifs. Forte réduction de l'amétropie puis stabilité réfractive à long terme. **C :** résultats kératométriques. Forte réduction du Kmax (kératométrie maximale) puis stabilité à long terme.

kératométrie pour la totalité de ces patients alors que nombre d'entre eux étaient évolutifs en préopératoire (fig. 2B et C).

Le constat de cette stabilité biomécanique à long terme sur ces cornées kératocôniques, souvent évolutives, photoablatées sous couvert d'un CXL associé, nous a par la suite amenés à corriger la totalité de l'amétropie, notamment lorsque celle-ci était faible avec une réserve pachymétrique suffisante.

Chirurgie réfractive et chirurgie du kératocône : deux cadres nosologiques bien distincts ?

Le cadre juridique de la chirurgie réfractive nous contraint à une obligation de résultat et de sécurité, contre-indiquant actuellement une chirurgie réfractive cornéenne dans le cadre d'un kératocône, même peu avancé. Inversement, le cadre thérapeutique de la chirurgie du kératocône nous permet de traiter les patients à l'aide des procédures que nous venons de décrire. Les deux exemples cliniques suivants montrent comment ces deux cadres réfractifs et thérapeutiques peuvent parfois être difficiles à dissocier.

1. Premier exemple (fig. 3)

Il s'agit d'un patient âgé de 28 ans (fig. 3) qui nous est adressé pour prise en charge d'un kératocône de son œil droit limitant sa meilleure acuité à 5/10^e avec -2,00 (-5,00)30° alors que son œil gauche présente un kératocône fruste et voit 10/10^e avec -3,00 (-1,00)110°.

Si nous étions dans le cadre d'une demande de chirurgie réfractive pour son œil gauche, le kératocône fruste contre-indiquerait toute procédure, même en PKR.

Or, dans le contexte thérapeutique de ce patient, nous avons pris en charge le kératocône de son œil droit par anneau intracornéen puis avec le protocole d'Athènes (laser topoguidé + CXL) quelques mois plus tard. Cette chirurgie conservatrice en deux étapes a permis d'emmétropiser son œil droit et de faire remonter sa meilleure acuité à 10/10^e. Son œil gauche, qui était son bon œil au départ, est alors devenu l'œil le plus gênant en raison de l'anisométrie impossible à corriger en lunettes ou en lentilles que le patient ne supporte pas. Nous avons donc

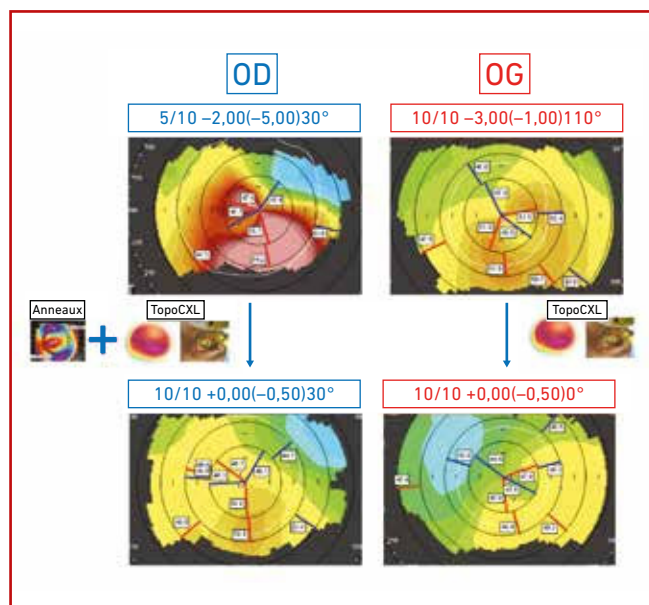


Fig. 3 : Kératocône avancé de l'œil droit et fruste de l'œil gauche. Cet exemple montre comment le cadre nosologique dans lequel on se place (réfractif ou thérapeutique) amène à voir les indications différemment.

opéré son œil gauche en utilisant également le protocole d'Athènes, ce qui a permis de l'emmétropiser.

Ce cas clinique montre que, dans le cadre thérapeutique d'une chirurgie du kératocône, nous avons pu emmétropiser son œil gauche alors que, dans le cadre d'une chirurgie réfractive, nous aurions dû nous abstenir sur ce même œil.

2. Deuxième exemple (fig. 4)

Le deuxième exemple est celui d'un jeune patient de 22 ans, myope d'environ -3,00 ODG en équivalent sphérique, demandeur d'une chirurgie réfractive mais qui présente un kératocône bilatéral modéré contre-indiquant une chirurgie réfractive cornéenne, même en PKR (fig. 4A). Que faire chez ce patient ? Certes, ne pas l'opérer d'une chirurgie réfractive qui est contre-indiquée, mais tout de même suivre son kératocône quant à l'évolutivité éventuelle. Nous le revoyons donc 6 mois plus tard et il existe alors deux possibilités :

>>> Soit son kératocône est évolutif et, dans ce cas, il y a indication à le stabiliser au moyen d'un CXL idéalement réalisé dans le cadre d'un protocole d'Athènes (CXL + TopoLink), ce qui permet alors de l'emmétropiser et finalement de répondre à sa demande réfractive.

Quand ça se complique...

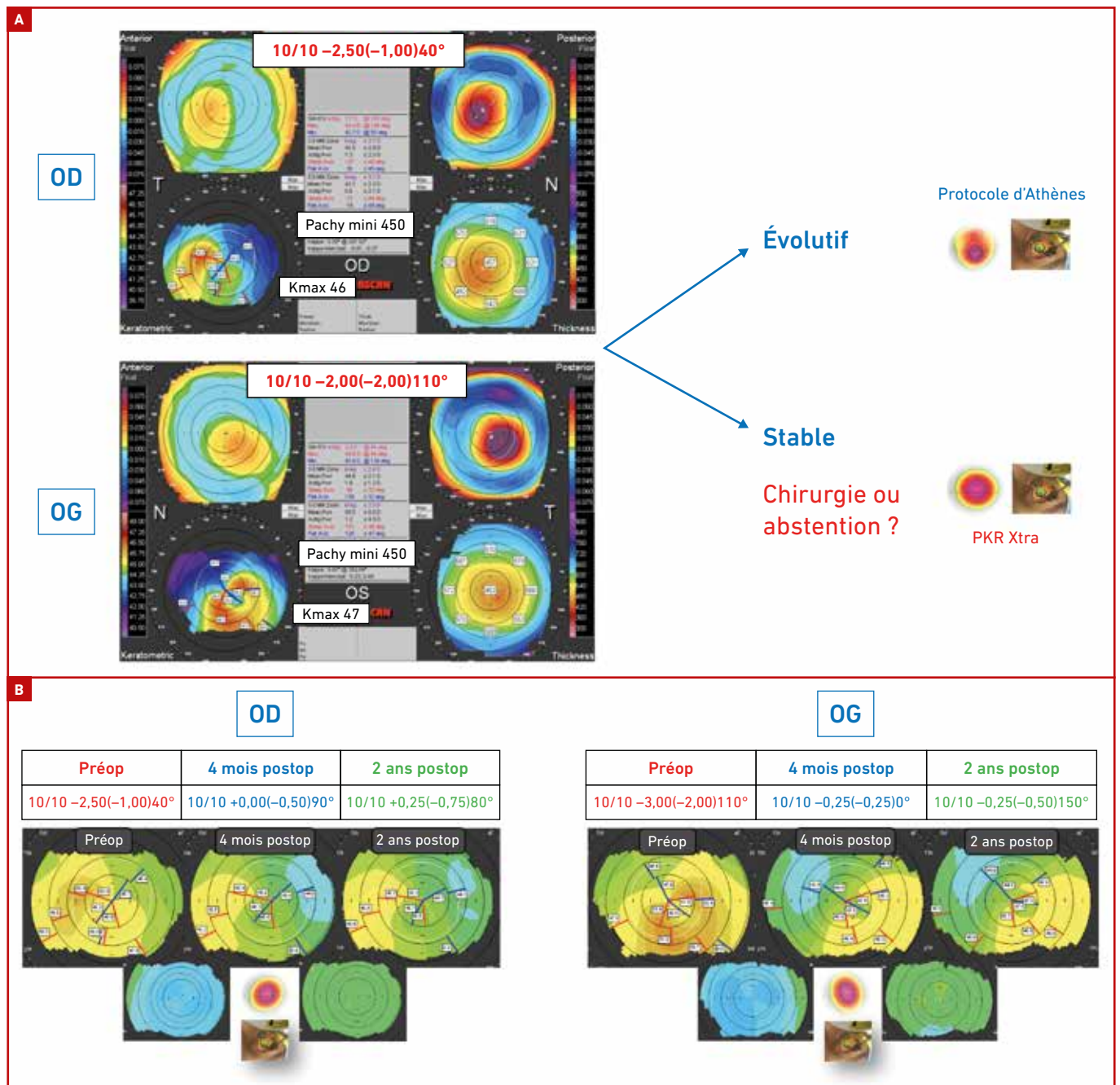


Fig. 4 : Demande de chirurgie réfractive chez un patient porteur d'un kératocône bilatéral. **A :** bilan préopératoire. Patient âgé de 26 ans demandeur d'une chirurgie réfractive. La présence d'un kératocône bilatéral contre-indique une chirurgie réfractive mais amène à revoir le patient à 6 mois pour voir s'il est évolutif. Le cas clinique est détaillé dans le texte de l'article. **B :** bilan postopératoire. Ce patient a finalement été opéré d'une PKR Xtra (PKR + CXL) afin de répondre à sa demande réfractive. Le CXL permet de stabiliser les cornées évolutives ou d'éviter qu'une cornée stable se mette à évoluer sous l'effet du laser. Cette procédure a permis d'emmétropiser le patient, avec des résultats stables à 2 ans postopératoires.

>>> Soit son kératocône est stable et nous sommes alors confrontés à un dilemme : faut-il renoncer à opérer ce patient porteur d'un kératocône qui, même stable, contre-indique une chirurgie réfractive cornéenne ? Ou bien peut-on s'inspirer de la chirurgie du kératocône

et réaliser une PKR sous couvert d'un CXL (protocole d'Athènes) en se disant que si l'on est capable de stabiliser et emmétropiser un kératocône évolutif, il n'y a pas de raison pour qu'un kératocône stable se mette à évoluer avec cette même chirurgie ?

Là encore, ce cas clinique met en évidence une attitude différente selon que l'on se place dans le cadre d'une chirurgie réfractive ou celui d'une chirurgie du kératocône, alors qu'il s'agit du même patient. Nous avons finalement réalisé une PKR Xtra chez ce patient, dont les résultats sont présentés dans la **figure 4B**. Deux ans après l'intervention, les données visuelles et topographiques sont parfaitement stables.

Qu'est-ce que la PKR Xtra ?

Cette réflexion est à l'origine du concept des procédures dites "Xtra", associant une procédure réfractive cornéenne sous couverture biomécanique d'un CXL associé. Inspiré du protocole d'Athènes, ce concept permettrait d'opérer de chirurgie réfractive des cornées modérément kératocôniques. Nous pensons que le LASIK Xtra ou le SMILE Xtra présentent peu d'intérêt car ces procédures, quelles qu'en soient les modalités, sont contre-indiquées sur les cornées à risque. En revanche, la PKR Xtra, directement inspirée du protocole d'Athènes, mérite une attention particulière. Elle a été décrite dans plusieurs études [4-6] et semble répondre au cahier des charges d'une chirurgie réfractive :

>>> **Prédictibilité réfractive :** le CXL associé à la PRK induit-il une imprécision réfractive ? Quelques publications ont décrit une hypermétropisation après CXL dans

la chirurgie du kératocône. Néanmoins, les études comparatives de Lee [6] et de Sachdev [4] ne montrent pas de différence en termes de précision réfractive, que la PKR soit accompagnée ou non d'un CXL. Dans notre pratique, nous n'avons pas noté d'hypermétropisation particulière après CXL et laser topoguidé.

>>> **Stabilité biomécanique :** les études portant sur le protocole d'Athènes montrent une stabilité biomécanique sur des patients kératocôniques, même évolutifs. Les données concernant la PKR Xtra montrent une stabilité avec 2 ans de recul à ce jour.

>>> **Iatrogénicité du CXL :** la PKR Xtra ne semble pas présenter plus de complications par rapport à la PKR seule, à condition d'utiliser la mitomycine C en peropératoire afin de limiter le haze postopératoire.

La PKR Xtra pourrait-elle devenir une procédure courante en chirurgie réfractive ?

Comme nous venons de le voir, les progrès de la chirurgie du kératocône pourraient remettre en question certaines limites actuelles de la chirurgie réfractive grâce au concept de PKR Xtra (**fig. 5**). Certaines questions appellent néanmoins des réponses et nécessitent d'enrichir une littérature encore pauvre sur le sujet. Parmi ces questions encore non résolues :

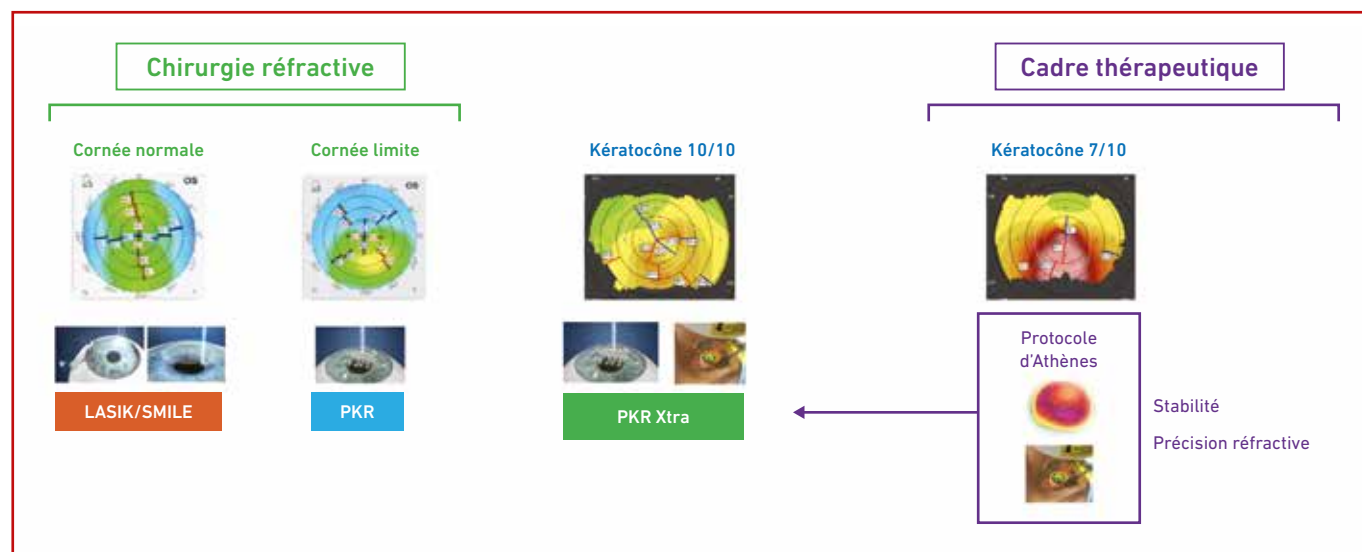


Fig. 5 : PKR Xtra : transposition du protocole d'Athènes à la chirurgie réfractive. Le cadre actuel de la chirurgie réfractive permet de définir les indications de LASIK, SMILE et de PKR sur cornées normales ou à risque faible, mais pas sur cornées kératocôniques. La PKR Xtra, inspirée du protocole d'Athènes utilisé pour traiter les cornées véritablement kératocôniques, pourrait être indiquée chez les patients demandeurs de chirurgie réfractive chez lesquels un kératocône modéré contre-indique les procédures courantes.

>>> Concernant la PKR : dans quels cas le laser Excimer doit-il être réalisé en mode topoguidé comme en chirurgie du kératocône ou bien en mode PKR simple ? La profondeur d'ablation doit-elle se limiter à 50 μm comme pour la chirurgie du kératocône ou peut-on franchir cette limite et en fonction de quels critères, notamment pachymétriques ?

>>> Concernant le CXL : quel protocole utiliser ? Les publications actuellement disponibles mentionnent le flash CXL (3 minutes d'exposition à 30 mW) alors que le protocole d'Athènes utilise un CXL accéléré (9 minutes d'exposition à 10 mW). Faut-il utiliser de la riboflavine avec ou sans dextran et à quelle concentration ?

>>> Concernant les indications et les résultats : sur quels critères proposer une PKR Xtra plutôt qu'une PRK sans CXL ? Quels schémas d'études cliniques, idéalement prospectives, et quel recul nécessaire avant d'intégrer cette nouvelle procédure dans l'arsenal des chirurgies réfractives ?

Conclusion

Le cadre actuel de la chirurgie réfractive permet de traiter des patients ayant des cornées normales (LASIK, chirurgie lenticulaire) ou à faible risque d'ectasie (PKR), mais pas des cornées porteuses de kératocône même modéré.

Notre expérience en chirurgie du kératocône nous a montré qu'il est possible, sous couvert d'un CXL associé, de photoablater des cornées kératocôniques, même évolutives, à des fins visuelles et réfractives sans prendre le risque d'aggraver ou de provoquer une déformation cornéenne. Compte tenu de la stabilité biomécanique démontrée à long terme de ces procédures sur

cornées kératocôniques, la question est de savoir s'il serait possible de proposer à des patients faiblement kératocôniques une PKR Xtra, transposition réfractive du protocole thérapeutique d'Athènes. En effet, si cette procédure est capable de stabiliser des kératocônes évolutifs, il y a toutes les raisons de penser qu'elle ne risque pas de déstabiliser des cornées stables.

Cette procédure reste néanmoins à explorer et à conforter au moyen d'études prospectives afin d'en préciser les modalités de réalisation et les résultats à long terme avant de pouvoir l'utiliser en pratique courante en chirurgie réfractive.

Bibliographie

1. KRUEGER RR, KANELLOPOULOS AJ. Stability of simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy and riboflavin/UVA cross-linking for progressive keratoconus: case reports. *J Refract Surg*, 2010;26:S827-832.
2. KANELLOPOULOS AJ. Ten-Year Outcomes of Progressive Keratoconus Management With the Athens Protocol (Topography-Guided Partial-Refractive PRK Combined With CXL). *J Refract Surg*, 2019;35:478-483.
3. KYMIONIS G, KONTADAKIS G, GRENTZELOS M *et al.* Long-Term Follow-Up of Combined Photorefractive Keratectomy and Corneal Crosslinking in Keratoconus Suspects. *Clin Ophthalmol*, 2021;15:2403-2410.
4. SACHDEV GS, RAMAMURTHY S, DANDAPANI R. Comparative analysis of safety and efficacy of photorefractive keratectomy versus photorefractive keratectomy combined with crosslinking. *Clin Ophthalmol*, 2018;12:783-790.
5. OHANA O, KAISERMAN I, DOMNIZ Y *et al.* Outcomes of simultaneous photorefractive keratectomy and collagen crosslinking. *Can J Ophthalmol*, 2018;53:523-528.
6. LEE H, YONG KANG DS, HA BJ *et al.* Comparison of Outcomes Between Combined Transepithelial Photorefractive Keratectomy With and Without Accelerated Corneal Collagen Cross-Linking: A 1-Year Study. *Cornea*, 2017;36:1213-1220.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Les complications du SMILE Pro



M. WEISSROCK
Expert Vision Center, STRASBOURG.
marie.weissrock@gmail.com

Le SMILE est une technique de chirurgie cornéenne soustractive sans capot consistant en l'extraction d'un lenticule intrastromal prédécoupé au laser femtoseconde pour le traitement des myopies entre -0,50 D et -12 D et de l'astigmatisme entre 0,25 et 5 D. Plus de 7 millions d'yeux ont été traités avec le SMILE depuis 2011.

Depuis 2022, nous sommes équipés avec le Visumax 800 (fig. 1) dont la principale innovation technologique est la rapidité de découpe apportant confort et sécurité en



Fig. 1 : Visumax 800 Zeiss.

réduisant les risques de perte de succion. L'aide au centrage apporte une sécurité supplémentaire.

Même si le SMILE est une technique sûre, nous décrivons dans cet article les complications peropératoires spécifiquement rencontrées avec le Visumax 500: perte de succion, *black spots*, difficultés de dissection ou d'extraction du lenticule, perforation du cap, complications au niveau de l'incision ou décentrement. Nous détaillerons les complications postopératoires qui sont identiques à celles des autres techniques de chirurgie réfractive (LASIK ou photokératectomie à visée réfractive [PKR]), avec un taux d'incidence de plus en plus faible. Nous rapporterons également notre expérience avec le nouveau laser Visumax 800.

L'identification rapide de ces complications et leur gestion appropriée permet d'éviter des répercussions sur le résultat visuel souhaité. Le but de cet article est d'identifier les facteurs de risque pour prévenir les complications et connaître la conduite à tenir en cas d'événement indésirable.

L'avantage du SMILE est de proposer une chirurgie sans capot éliminant tous les risques de complications liées au capot (déplacement, pli, sécheresse oculaire) et diminuant d'un point de vue théorique l'impact sur la biomécanique cornéenne.

L'arrivée du laser Visumax 800 apporte plusieurs innovations à la technique connue avec le Visumax 500:

- La découpe est plus rapide (en moyenne 10 secondes), réduisant ainsi le risque de perte de succion.
- La chirurgie est robotisée avec deux bras:
 - l'un destiné au laser avec un système d'aide au centrage (Centralign) et Oculign pour la gestion de la cyclotorsion;
 - l'autre destiné au microscope opératoire équipé de cinq grossissements et d'optiques de meilleure qualité pour une meilleure délimitation des plans.

Ces innovations technologiques permettent de réduire considérablement le taux de complications.

Complications peropératoires

1. Lâchage de succion

La rapidité de la découpe du nouveau laser femtoseconde Visumax 800 réduit considérablement le risque de lâchage de succion, ce risque étant le plus souvent lié à l'anxiété du patient.

Les facteurs ayant conduit à un lâchage de succion depuis l'utilisation du SMILE Pro sont (fig. 2) :

- la présence de larmes dans le cul-de-sac lacrymal ;
- une succion incomplète ;
- une succion de mauvaise qualité avec la présence de conjonctive dès le début de la procédure ou l'arrivée de conjonctive en cours de procédure ;
- ou bien lié à une mauvaise compliance du patient, en particulier chez des chirurgiens débutants.

Avant d'initier le traitement, il convient de préparer méticuleusement la surface oculaire et de sécher les larmes. Par ailleurs, même si la découpe est rapide, il ne faut pas hésiter à lever la succion et redocker lorsque la conjonctive est incarcérée sous le cône (fig. 2).

En cas de lâchage de succion :

- en début de traitement (ou si moins de 10 % du plan postérieur a été réalisé) : on peut recommencer le traitement ;

- lors du plan profond : si plus de 10 % de la découpe a été réalisée, il faut convertir en LASIK ou PKR ;
- pendant le *sidecut* : on peut recommencer la découpe du *sidecut* en diminuant le diamètre du lenticule ;
- lors du plan antérieur : il est possible de recommencer au plan antérieur s'il n'y a pas eu de mouvement de l'œil associé (fig. 2) ;
- lors de l'incision : il faut refaire une incision isolément.

2. OBL

Les facteurs de risque identifiés sont : cornée épaisse, lenticule fin, haute énergie, espaces interspots trop longs, augmentation de la force du docking et docking répété.

Pour les éviter, il convient de nettoyer la surface, de réaliser un docking délicat et de bien paramétrer l'énergie et la profondeur du lenticule.

Depuis le Visumax 800, aucun cas d'OBL (*Opaque Bubble Layer*) gênant (c'est-à-dire modifiant la qualité de la dissection) n'a été identifié.

3. Black spots

Il s'agit d'une zone dans laquelle la photodisruption au laser n'a pas été faite. Les *black spots* sont dus à la présence de débris dans l'interface de traitement entre la cornée et le cône. Lorsque la zone de *black spots* est trop étendue, la procédure consiste à convertir la chirurgie en LASIK (fig. 3).

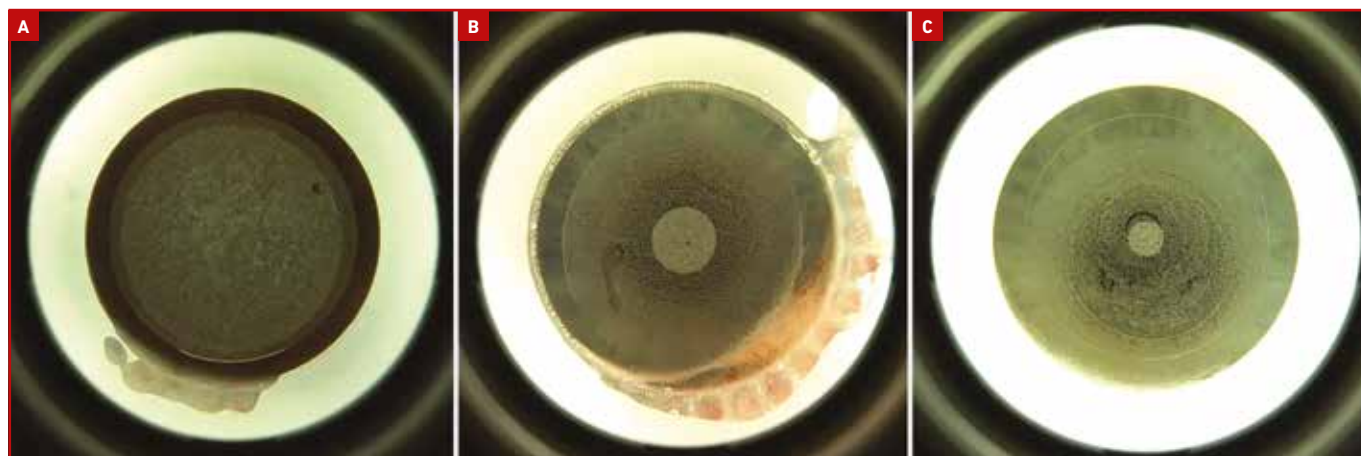


Fig. 2 : Conjonctive présente dès le début de la succion (A). Arrivée de conjonctive en supérieur : reprise possible du traitement (B). Lâchage de succion avec mouvement de l'œil du patient, conversion en LASIK (C).

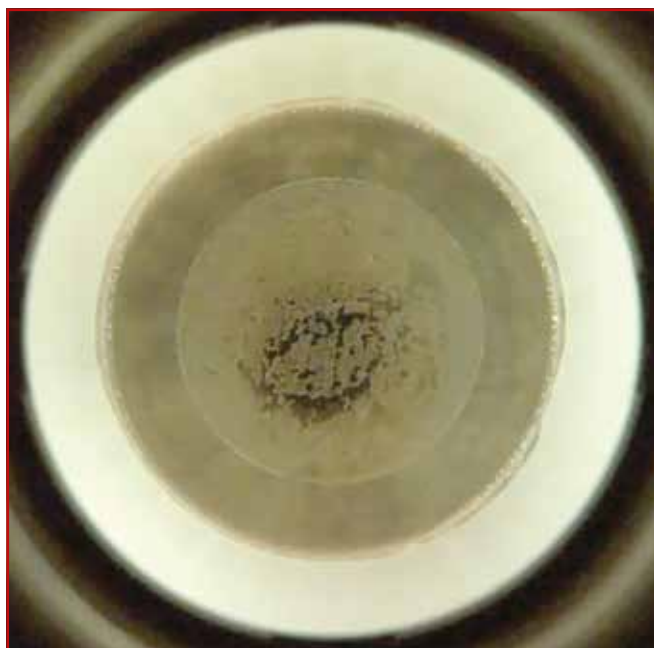


Fig. 3 : Black spots nécessitant une conversion en LASIK.

Complications liées à l'incision

Le nouveau laser n'a pas d'influence sur l'incidence de ces complications.

1. Déchirures de l'incision

Leur incidence diminue avec l'expérience. Elles apparaissent en cas de dissection difficile nécessitant de nombreuses manipulations et une attention consacrée sur le lenticule (chez les opérateurs débutants), ou lors de mouvements brutaux de l'œil ou de la tête du patient alors que les instruments sont dans l'interface. Elles n'ont en général aucun impact sur la récupération visuelle postopératoire et sont le plus souvent limitées. Elles cicatrisent sous traitement lubrifiant, avec ou sans lentille pansement. Elles constituent un facteur de risque d'invasion épithéliale (fig. 4).



Fig. 4 : Déchirure de l'incision avec le manipulateur.

2. Désépithélialisation en regard de l'incision

Elle est fréquente et peut survenir dès la première introduction des instruments. Le traitement est classique (lentille pansement, collyre antibiotique et cicatrisant). La désépithélialisation n'a aucun impact sur la récupération visuelle postopératoire. Rarement, elle peut être à l'origine d'une invasion épithéliale.

Complications pendant la dissection du lenticule

L'amélioration de la qualité de découpe avec le nouveau laser Visumax 800 réduit l'incidence de ces complications. Une courbe d'apprentissage est cependant nécessaire pour maîtriser la technique au mieux.

1. Déchirure ou retrait incomplet du lenticule (fig. 5)

Lorsque la totalité du lenticule est récupérée, il n'y a aucun impact sur la récupération visuelle. Pour les chirurgiens débutants, il convient d'analyser systématiquement le lenticule en fin de procédure pour vérifier son intégrité en l'étalant sous microscope opératoire sur la cornée. En cas de lenticule incomplet, afin d'identifier le morceau de lenticule restant, on peut changer le grossissement du microscope opératoire ou bien utiliser la rétro-illumination sur pupille dilatée. On peut aussi injecter de la triamcinolone dans l'interface qui met en évidence les bords du lenticule. Dans les cas les plus difficiles, on pourra s'aider d'un microscope équipé d'un OCT.

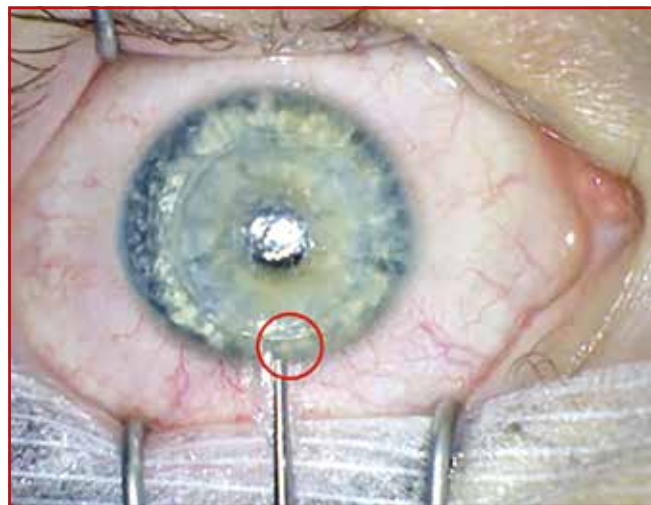


Fig. 5 : Lenticule déchiré mais entier.



Fig. 6 : Aide au centrage permettant d'éviter les décentrements.

Il s'agit de complications rares liées au manque d'expérience.

2. Perforation du cap

Elle est exceptionnelle en raison de la solidité de la membrane de Bowman. Elle peut survenir au moment de l'identification des plans, en début de dissection, avec la petite partie du manipulateur : elle est alors périphérique, sans impact sur la récupération postopératoire.

3. Décentration (fig. 6)

Les décentrements sont rares, uniquement liés à un mouvement anormal de l'œil ou de la tête du patient. Le système d'aide au centrage Centralign du nouveau laser Visumax 800 est une assistance robotisée d'aide au centrage permettant d'éviter ce type de désalignement. Bientôt, le système Oculign permettra de gérer la cyclotorsion pour une meilleure prise en charge des astigmatismes.

Complications postopératoires

Elles sont communes à toutes les techniques de chirurgie réfractive et ne sont pas influencées par l'arrivée du nouveau laser Visumax 800.

1. Sécheresse oculaire

C'est la complication la plus fréquente après une chirurgie réfractive. L'absence de capot permet de réduire son incidence avec une préservation des plexus nerveux cornéens grâce à l'incision en surface limitée à 2 mm. La récupération d'un film lacrymal normal est plus rapide

après un SMILE (en général une quinzaine de jours) en comparaison au LASIK. Le bilan préopératoire à la recherche d'une sécheresse oculaire reste malgré tout primordial pour éviter ces complications.

Le SMILE peut être proposé en cas de sécheresse oculaire moyenne plutôt qu'un LASIK, mais il faudra le contre-indiquer en cas de sécheresse oculaire sévère.

2. Kératite diffuse lamellaire (fig. 7)

Le taux de kératite diffuse lamellaire (DLK, *diffuse lamellar keratitis*) serait moins important après un SMILE en raison de la plus faible énergie des pulses, avec une réaction inflammatoire plus modérée en comparaison au LASIK.

Nous décrivons trois cas de DLK post-SMILE, avec une évolution favorable et une acuité visuelle (AV)

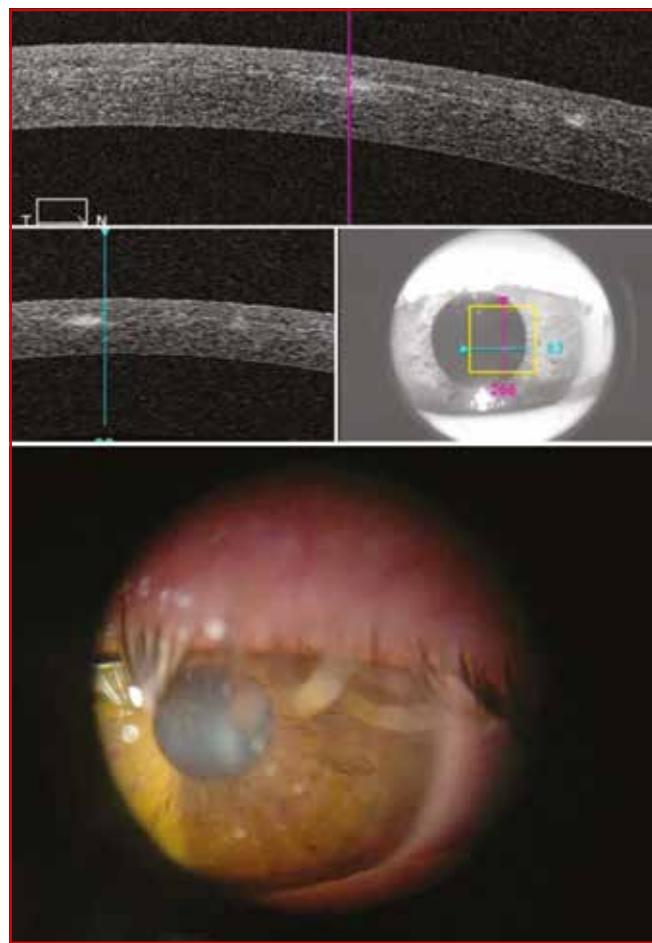


Fig. 7 : Kératite lamellaire diffuse post-SMILE après 10 jours de corticothérapie locale.

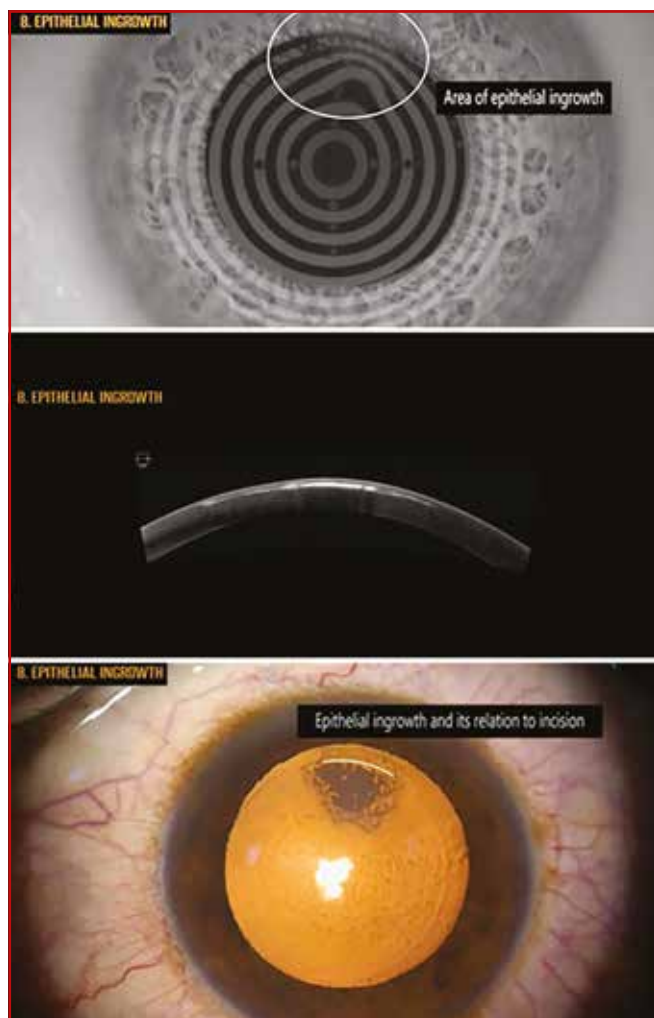


Fig. 8 : Invasion épithéliale. Il s'agit d'une complication rare (aucun cas dans notre centre) [8].

postopératoire à 10/10 après corticothérapie: un patient n'avait pas suivi son traitement postopératoire, une patiente avait un terrain atopique et le troisième une blépharite sur rosacée.

3. Kératites infectieuses

Il y a peu de cas décrits dans la littérature et aucun dans notre centre.

4. Ectasie cornéenne

Les contre-indications chirurgicales du SMILE sont identiques à celles du LASIK. Leur respect et le respect des règles de sécurité évitent ce type de complication. Nous n'avons aucun cas d'ectasie post-SMILE

5. Syndrome de l'interface

Il faut y penser en cas de baisse d'acuité visuelle post-opératoire ou de sous-correction. Ce syndrome apparaît en général la semaine qui suit l'opération. Il faut penser à mesurer la pression intraoculaire après l'opération, en particulier chez des patients sous corticothérapie locale: on note en effet une augmentation de la pression intraoculaire (PIO) ou une absence de baisse de PIO après traitement d'une myopie forte. On peut visualiser le fluide dans l'interface à l'OCT.

Le traitement consiste à arrêter la corticothérapie et à prescrire un collyre hypotonisant.

6. Invasion épithéliale (fig. 8)

Cette complication est exceptionnelle et facile à traiter par simple grattage et rinçage. Nous n'avons rencontré aucun cas d'invasion épithéliale depuis le changement de laser, même chez les nouveaux opérateurs.

Retraitement après SMILE

C'est une des raisons pour lesquelles certains chirurgiens hésitent à se lancer dans cette technique. L'incidence est pourtant rare (moins de 1 % dans notre centre) et concerne les myopies fortes ou les forts astigmatismes (sans changement d'axe). Les retouches peuvent se faire par PKR avec mitomycine ou par conversion du cap en Flap grâce au Circle. Plus rarement, il est possible de refaire un SMILE après un SMILE.

Conclusion

Les complications liées au SMILE sont rares et surtout liées à la courbe d'apprentissage. L'arrivée du nouveau laser Visumax 800 apporte plus de sécurité grâce à un temps de découpe autour de 10 secondes et une amélioration de la qualité de découpe.

Pour éviter toute complication, il est important de prendre son temps, de réaliser un docking de bonne qualité et de bien identifier les plans du lenticule. Il ne faut pas hésiter à convertir la technique chirurgicale en cas de découpe de mauvaise qualité.

Les répercussions visuelles de ces complications sont le plus souvent nulles. Le SMILE est une technique dont

l'efficacité et la sécurité ne sont plus à prouver, surtout avec le nouveau laser Visumax 800.

Pour en savoir plus

1. ASIF MI, BAFNA RK, MEHTA JS *et al.* Complications of small incision lenticule extraction. *Indian J Ophthalmol*, 2020;68:2711-2722.
2. GANESH S, BRAR S, LAZARIDIS A. Management and Outcomes of Retained Lenticules and Lenticule Fragments Removal after Failed Primary SMILE: A Case Series. *J Refract Surg*, 2017;33:848-853.
3. QIU PJ, YANG YB. Early changes to dry eye and ocular surface after small-incision lenticule extraction for myopia. *Int J Ophthalmol*, 2016;9:575-579.
4. REINSTEIN DZ, STUART AJ, VIDA RS *et al.* Incidence and outcomes of sterile multifocal inflammatory keratitis and diffuse lamellar keratitis after SMILE. *J Refract Surg*, 2018;34:751-759.
5. ZHAO J, HE L, YAO P *et al.* Diffuse lamellar keratitis after small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:400-407.
6. MOSHIFAR M, ALBARRACIN JC, DESAUTELS JD *et al.* Ectasia following small-incision lenticule extraction (SMILE): A review of literature. *Clinic Ophthalmol*, 2017;11:1683-1688.
7. ZHANG Y, SHEN Q, JIA Y *et al.* Clinical outcomes of SMILE and FS-LASIK used to treat myopia: A meta-Analysis. *J Refract Surg*, 2016 ;32 :256-265.
8. GREWAL SS, GREWAL SPS, SINGH GREWAL D. Management of complications in SMILE. Video Program 2018 American Academy of Ophthalmology.

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

Anneaux intracornéens : quand il faut les retirer...



O. PRISANT, E. POTTIER

Cabinet Alma Vision, Clinique de la Vision, PARIS.
oprisant@gmail.com

Le kératocône est une pathologie évolutive entraînant une déformation cornéenne associée à une baisse de vision. Avant les années 2000, la prise en charge du kératocône se limitait aux lentilles de contact rigides puis à la greffe de cornée transfixiante en cas d'inadaptation. Les techniques ont depuis beaucoup évolué avec l'apparition de méthodes dites conservatrices telles que les anneaux intracornéens ou le laser Excimer topoguidé couplé au *cross-linking* (CXL). Ces outils de régularisation cornéenne permettent de faire remonter la meilleure acuité (MAVC) et de corriger tout ou partie de l'amétropie sphéro-cylindrique. Le CXL associé au laser permet de stabiliser le kératocône.

Cet article est consacré aux anneaux intracornéens. Ces petits dispositifs placés dans l'épaisseur cornéenne donnent de très bons résultats topographiques et visuels, ce qui leur offre une place de choix dans l'arsenal thérapeutique du kératocône. Les complications de cette chirurgie sont souvent bénignes mais peuvent, dans de rares cas, mener au retrait des anneaux. Nous allons illustrer à l'aide de cas cliniques différentes situations pouvant amener à retirer les anneaux.

Anneaux décentrés

Les anneaux ont un diamètre de zone optique de 5 ou 6 mm. Lorsque le patient a une pupille large et/ou en condition de basse luminosité, il est fréquent qu'il perçoive des halos lumineux après la pose des anneaux intracornéens. Afin de limiter ces halos, il est donc primordial que les anneaux soient parfaitement centrés sur l'axe visuel. L'exemple de la *figure 1* illustre un décentrement ayant entraîné la nécessité de retirer l'un des deux anneaux posés.

Halos mal tolérés

Les halos sont généralement très bien tolérés du fait de l'amélioration visuelle obtenue parallèlement grâce aux anneaux. Si, malgré un centrage parfait des anneaux, le patient ne supporte pas les halos générés par ceux-ci, il est tout à fait possible et facile de retirer les anneaux. L'exemple de la *figure 2* montre le retrait des anneaux chez un patient dont l'inconfort était trop important après la pose de ceux-ci.

Extrusion

En cas d'extrusion de l'anneau dans les suites postopératoires précoces, il est possible de repousser l'anneau dans le tunnel au bloc opératoire. Si ce n'est pas suffisant, un point de suture peut être réalisé sur l'incision afin de maintenir l'anneau en place (*fig. 3*).

Une extrusion plus tardive peut nécessiter le retrait de l'anneau, notamment en cas d'infiltrat inflammatoire comme le montre la *figure 4*.

Anneaux inadaptés

Dans l'exemple de la *figure 5*, l'anneau posé ne correspond pas au phénotype du kératocône. Le résultat

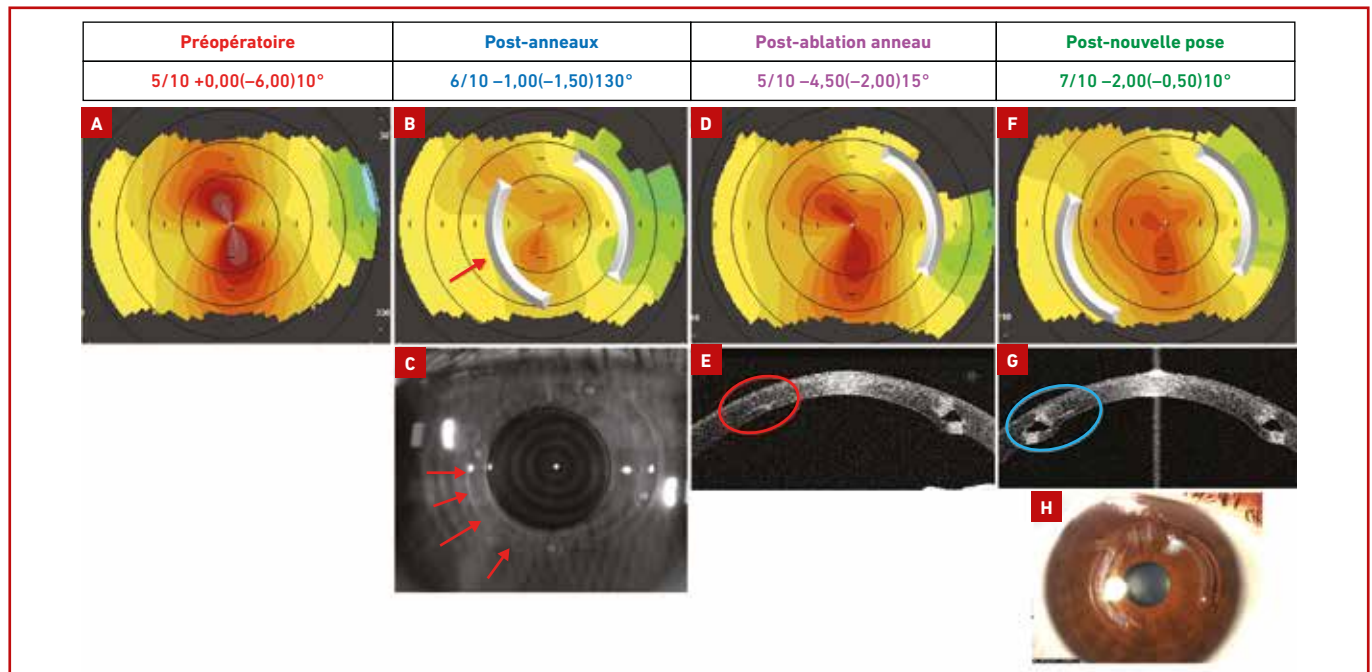


Fig. 1 : Retrait d'un anneau décentré et nouvelle pose. Il s'agit d'une patiente de 34 ans ayant bénéficié de la pose de deux anneaux de 120°/250 µm. En postopératoire, un des deux anneaux était décentré (**flèche rouge**), trop proche de l'aire pupillaire, entraînant des halos lumineux insupportables. Nous avons donc retiré celui-ci. Quelques mois plus tard, nous avons réalisé un 2^e tunnel au laser femtoseconde et avons inséré un nouvel anneau. **A :** carte topographique kératométrique préopératoire. **B :** carte topographique kératométrique post-anneaux. **C :** image en Orbscan montrant un anneau décentré (**flèches rouges**). **D :** carte topographique kératométrique après retrait de l'anneau décentré. **E :** image en OCT cornéen montrant le tunnel refermé (**cercle rouge**). **F :** carte topographique kératométrique après pose du nouvel anneau. **G :** image en OCT cornéen montrant le nouvel anneau et l'ancien tunnel (**cercle bleu**). **H :** image en lampe à fente montrant les deux anneaux ainsi que les deux incisions.

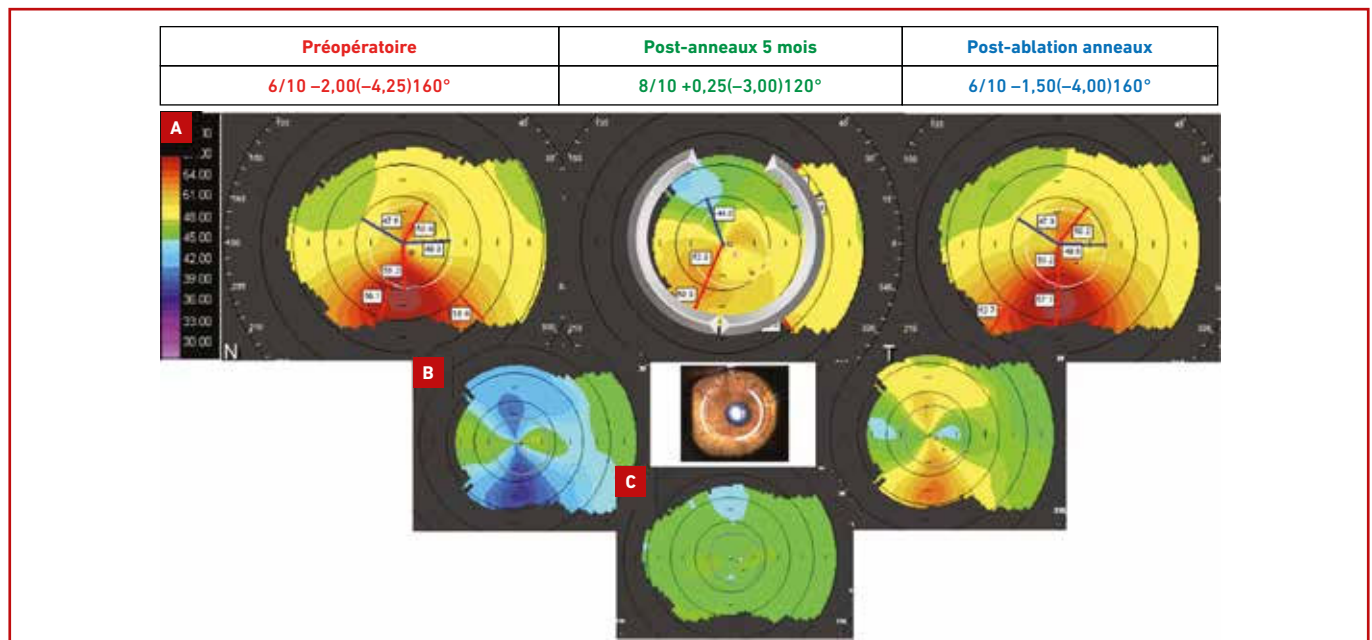


Fig. 2 : Retrait d'anneaux chez un patient ne supportant pas les halos. Il s'agit d'un patient de 29 ans ayant bénéficié de la pose de deux anneaux de 160°/250 µm. Malgré un résultat visuel et topographique très satisfaisant, le patient ne supporte pas les halos générés par les anneaux et souhaite qu'on les retire. **A :** cartes topographiques kératométriques avant la pose d'anneaux, après les anneaux et après le retrait des anneaux. On remarque une amélioration topographique corrélée à une amélioration visuelle avec la pose des anneaux, qui régresse ensuite pour revenir au stade initial. **B :** cartes kératométriques différentielles montrant l'effet d'aplatissement des anneaux puis la régression de cet effet avec l'ablation de ceux-ci. **C :** carte différentielle totale entre les cartes topographiques préopératoire et post-ablation des anneaux. Cette carte nous montre une parfaite réversibilité topographique des anneaux, qui se confirme aux niveaux réfractif et visuel.



Fig. 3 : Suture de l'incision après repositionnement de l'anneau intracornéen. Au contrôle postopératoire à J1, l'anneau chevauchait l'incision (A). Nous avons repris le patient au bloc opératoire afin de repousser l'anneau dans le tunnel. Après un premier échec, nous avons réalisé une deuxième reprise avec, cette fois-ci, une suture au niveau de l'incision (B). Quelques mois après le retrait du point de suture, l'anneau est bien en place (C).

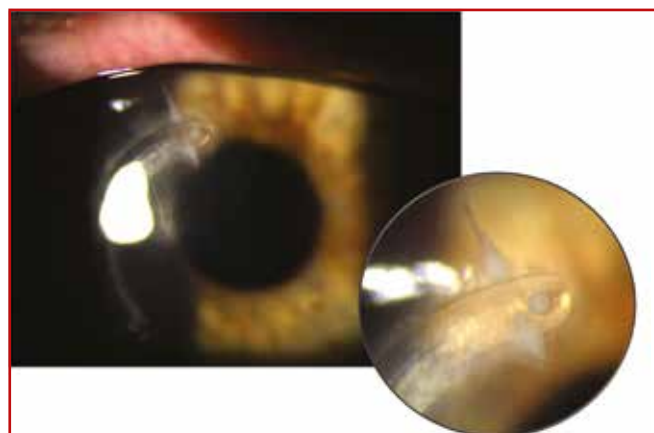


Fig. 4 : Extrusion tardive d'anneau intracornéen. Il s'agit d'une patiente de 34 ans ayant bénéficié de la pose d'un anneau de 160° quelques mois auparavant. Elle se présente pour légère douleur. Lors de l'examen en lampe à fente, on remarque un anneau en cours d'extrusion avec infiltrats inflammatoires, nécessitant le retrait de cet anneau.

visuel et topographique après la pose de l'anneau n'est pas satisfaisant. Nous avons donc décidé de retirer cet anneau et de recommencer la prise en charge. Quelques mois après le retrait de celui-ci, nous avons posé de nouveaux anneaux plus adaptés. Les résultats obtenus sont présentés dans la *figure 5*. Ce cas clinique nous montre qu'il est tout à fait possible de changer les anneaux posés, que ce soit à la suite d'une extrusion ou de résultats peu satisfaisants.

Infection

Une infection peut survenir exceptionnellement après la pose d'anneaux intracornéens. Elle se traite par antibiothérapie locale intensive. La *figure 6* illustre le cas d'une patiente qui a présenté une infection fulgurante

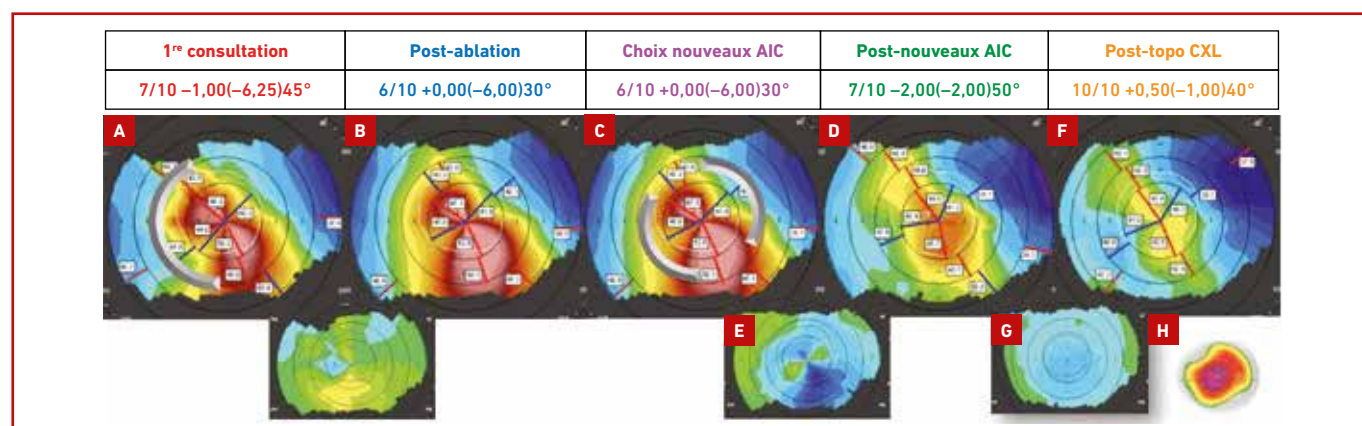


Fig. 5 : Changement d'anneau pour résultat non satisfaisant. Ce patient est adressé pour avis après pose d'anneau avec un résultat non satisfaisant et un astigmatisme d'environ 6D. L'anneau posé n'est pas adapté au phénotype de ce kératocône. Nous décidons donc de retirer cet anneau et d'envisager une nouvelle chirurgie conservatrice par la pose d'autres anneaux suivie d'un laser topoguidé avec CXL (protocole d'Athènes). A : carte topographique kératométrique initiale montrant un fort astigmatisme malgré la présence de l'anneau. B : carte topographique kératométrique après retrait de l'anneau. C : nouveau plan de traitement prévoyant la pose de deux anneaux de 120°/250 µm. D : carte topographique kératométrique après pose des anneaux. On remarque une forte régularisation cornéenne, corrélée à une remontée de la MAVC et à une forte réduction de l'astigmatisme. E : carte différentielle montrant l'effet d'aplatissement des anneaux. F : carte topographique kératométrique après laser topoguidé et CXL ayant permis de faire remonter la MAVC à 10/10° avec +0,50 (-1,00)40°. G : carte différentielle montrant l'effet de régularisation du laser. H : profil d'ablation du laser topoguidé.

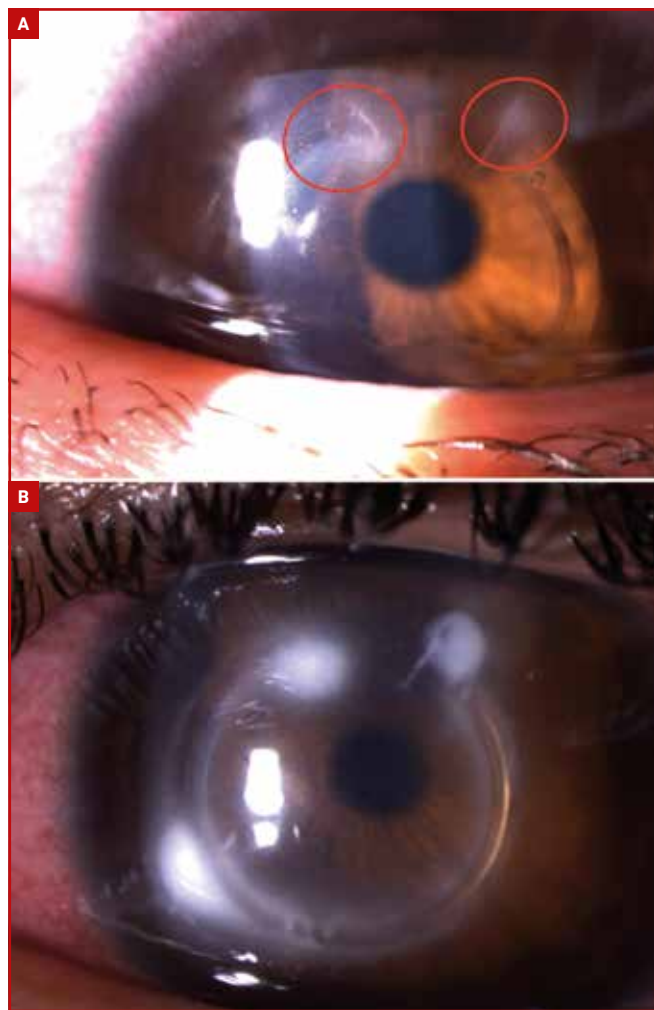


Fig. 6 : Infection grave après anneaux intracornéens. **A :** image en lampe à fente le lendemain de la pose d'anneaux montrant deux infiltrats en regard de l'extrémité proximale des anneaux ainsi qu'au niveau de l'incision (**cercles rouges**). Instauration d'un traitement local intensif. **B :** image en lampe à fente à J2 postopératoire montrant une forte progression des infiltrats. La patiente est adressée en urgence à l'hôpital pour ablation des anneaux, analyse bactériologique et traitement adapté. Elle a ensuite bénéficié d'une greffe de cornée en urgence suivie d'une intervention de la cataracte quelques mois plus tard.

dès le lendemain de l'intervention. Malgré l'ablation des anneaux, la gravité de cette infection a justifié une greffe de cornée en urgence afin d'éviter une perforation cornéenne. Une cataracte a dû être opérée quelques mois après la greffe conduisant à limiter la MAVC de 5/10^e avec $-1,00(-2,00)0^{\circ}$.

Conclusion

La pose d'anneaux intracornéens est une technique sûre et efficace dans le traitement chirurgical du kératocône, avec un très faible taux de complications. Plusieurs raisons peuvent cependant amener à retirer les anneaux : décentrement, halos intolérables, extrusion, infection... Il est également possible de retirer et de remplacer les anneaux en cas de résultats insatisfaisants.

Pour en savoir plus

- OATIS JT, SAVAR L, HWANG DG. Late extrusion of intrastromal corneal ring segments: A report of two cases. *Am J Ophthalmol Case Rep*, 2017;8:67-70.
- NGUYEN N, GELLES JD, GREENSTEIN SA *et al.* Incidence and associations of intracorneal ring segment explantation: *J Cataract Refract Surg*, 2019;45:153-158.
- ALIÓ JL, PIÑERO DP, SÖGÜTLÜ E *et al.* Implantation of new intracorneal ring segments after segment explantation for unsuccessful outcomes in eyes with keratoconus: *J Cataract Refract Surg*, 2010;36:1303-1310.
- BAUTISTA-LLAMAS MJ, SÁNCHEZ-GONZÁLEZ MC, LÓPEZ-IZQUIERDO I *et al.* Complications and Explantation Reasons in Intracorneal Ring Segments (ICRS) Implantation: A Systematic Review. *J Refract Surg*, 2019;35:740-747.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Cauchemar en DMEK



E. GABISON
Fondation A. de Rothschild, PARIS.
egabison@for.paris

La greffe endothéliale (DMEK: *Descemet membrane endothelial keratoplasty*) est devenue la greffe la plus fréquemment réalisée en France et dans le monde. Par rapport aux kératoplasties transfixiantes, elle représente une révolution tant sur la vitesse et la qualité de la récupération visuelle, que sur les risques opératoires ou postopératoires. En tous points, la greffe endothéliale a supplanté les autres techniques de kératoplastie. Alors que la technique est fiable et reproductible dans la majorité des cas, elle peut s'avérer un vrai cauchemar dans certaines situations.

Difficultés opératoires

1. Persistance de viscoélastique lors d'interventions combinées avec une chirurgie de la cataracte

Lors de chirurgies combinées de la cataracte et de greffe endothéliale, une des difficultés est de bien retirer le viscoélastique pour qu'il ne persiste pas d'interface visqueuse entre le greffon et la cornée réceptrice. Certains chirurgiens n'utilisent que du visqueux cohésif lors de la phacoémulsification pour faciliter son aspiration. Une aspiration méticuleuse de visqueux dispersif est également une option raisonnable. Si, malgré tout, le visqueux persiste, il sera associé à l'absence d'adhésion du greffon qui nécessitera un ou plusieurs "rebullage" [1].

2. Cornée très opaque

Dans certaines indications, l'œdème de cornée est suffisamment important pour limiter la visibilité de la chambre antérieure. Dans ce cas, le débridement épithélial et l'ablation de la membrane de Descemet améliorent la visibilité et facilitent les manipulations. Dans les cas les plus sévères, l'OCT peropératoire permettra de réaliser ces greffes sans avoir d'accès direct à la visualisation du greffon. L'amélioration de la transparence est souvent surprenante pour des cornées initialement programmées pour des kératoplasties transfixiantes (*fig. 1*).

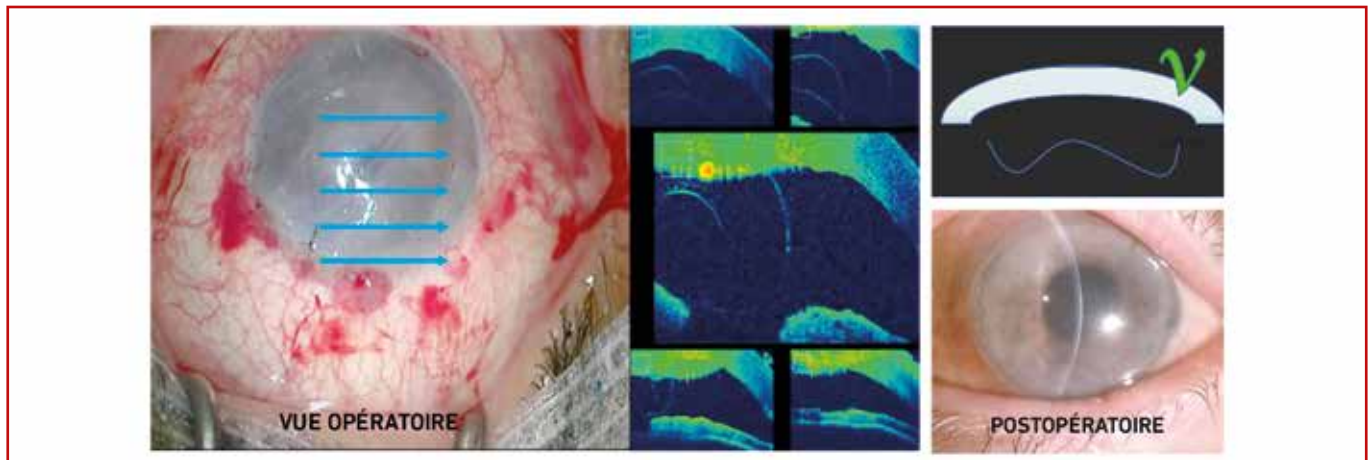


Fig. 1 : Greffe endothéliale sur cornée très œdémateuse. L'OCT peropératoire permet d'opérer des cornées dont la transparence empêcherait la greffe endothéliale.

3. Greffe sur œil vitrectomisé

Le vitré joue un rôle de soutien du plan iridocristallinien. La difficulté de ce type de chirurgie est, d'une part, de ne pas avoir ce support sur lequel "ouvrir" le rouleau descemetique et, d'autre part, de ne pas avoir la possibilité de réduire la profondeur de chambre antérieure. Quatre approches ont été décrites pour faciliter la procédure.

Amener la cornée au greffon: maintenir en permanence un instrument ou un fil de suture pour comprimer la cornée pendant les manœuvres d'ouverture du rouleau [2].

Amener le greffon à la cornée:

- installer une irrigation postérieure pour maintenir le plan iridocristallinien;
- placer des sutures de prolène en matrice pour créer un plan au-dessus du plan irien (*fig. 2*);
- injecter une petite bulle d'air derrière le greffon pour réaliser ensuite des "manœuvres en vagues" pour terminer de le dérouler.

4. Greffe sur œil avec vitré en chambre antérieure

Le vitré en chambre antérieure (CA) est parfois identifié lors de la consultation préopératoire ou peut être une rencontre opératoire désagréable. L'injection de corticoïde retard permettra de confirmer sa présence. La vitrectomie "manuelle" aux ciseaux de rétine peut

être tentée si la mèche est fine, après avoir resserré la pupille. Dans les cas les plus importants, une vitrectomie plus complète sera nécessaire. Les sutures en matrice au niveau de la chambre antérieure peuvent également aider à limiter les interactions greffon-vitré.

5. Hémorragie irienne peropératoire

Chez certains patients, les premières étapes de la chirurgie sont associées à un saignement à la surface de l'iris. Il est souvent en rapport avec une hypotonie oculaire, parfois lié à un traumatisme peropératoire (iridectomie). Dans la majorité des cas, augmenter la pression intra-oculaire et patienter quelques minutes suffisent à stopper le saignement. Dans les cas combinés à la chirurgie de la cataracte, un lavage prolongé de la CA en irrigation aspiration permettra de passer le cap.

6. Chirurgie avec fibrine en chambre antérieure

Les hémorragies iriennes représentent le premier facteur de risque de cette complication. L'identification précoce du saignement et le traitement rapide permettent de limiter la quantité de fibrine produite, l'utilisation de TPA intracaméculaire dans certains cas permettra la lyse du caillot (*fig. 3*).

7. Œil aphaque

La greffe endothéliale dans un contexte d'aphaquie comporte un risque important de "migration"

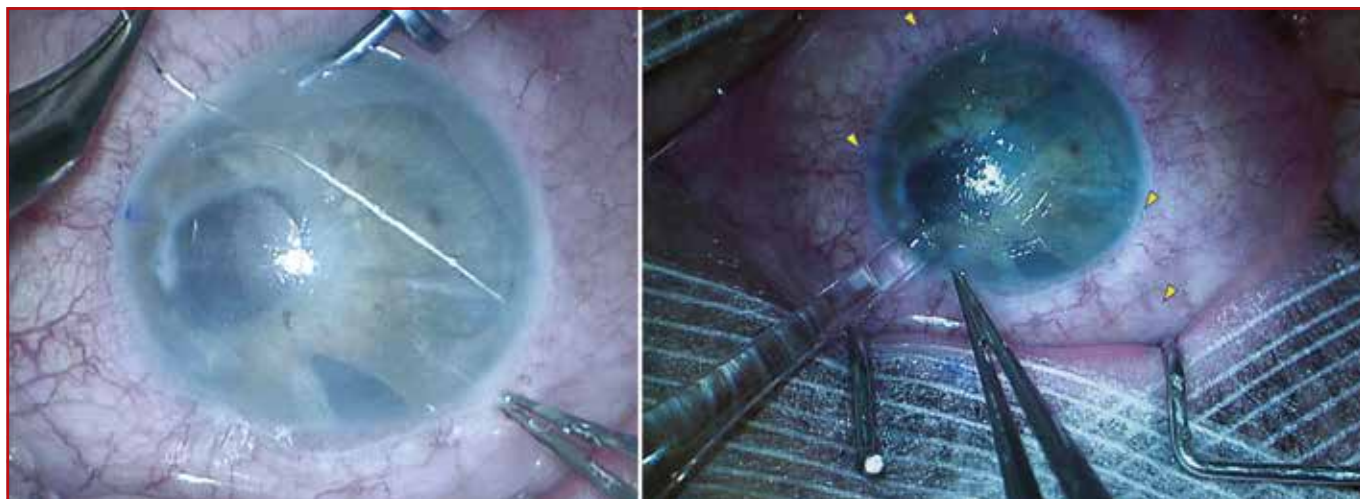


Fig. 2 : La suture en matrice au fil de prolène 10.0 (flèches) crée un matelas permettant de dérouler le greffon en l'absence de support irien (iridectomie, vitrectomie).

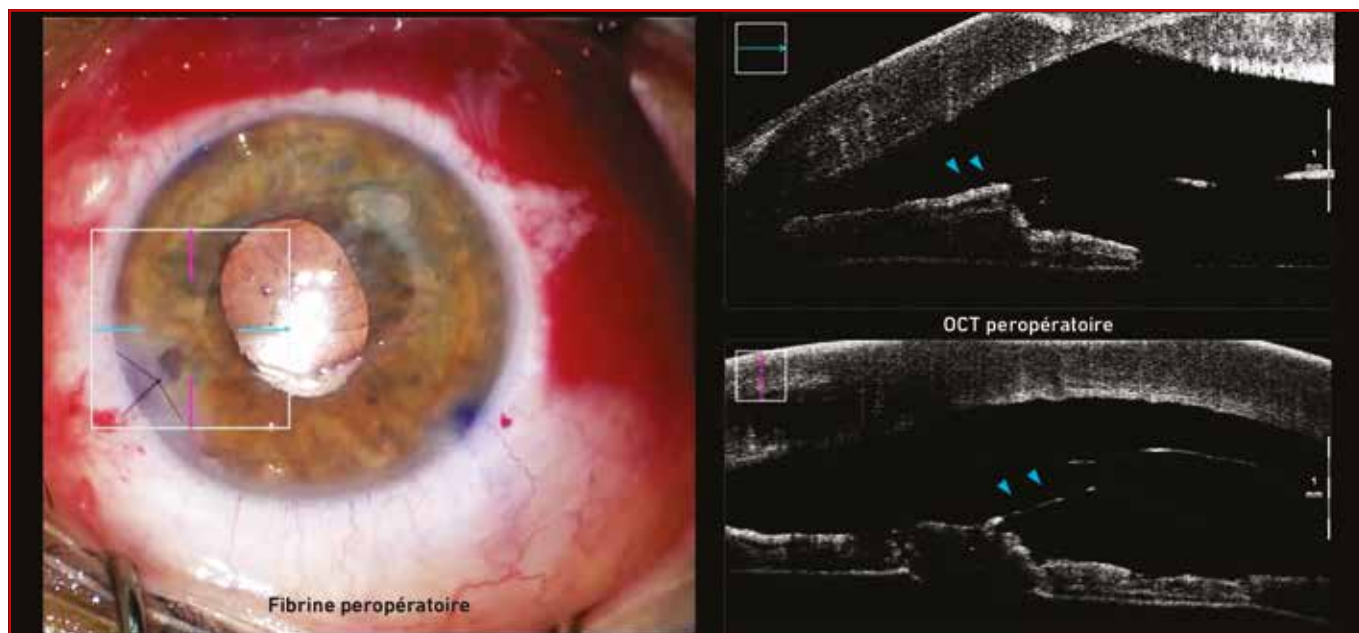


Fig. 3 : La formation de fibrine en chambre antérieure est une complication sérieuse peropératoire. L'utilisation de TPA permet de lyser ces dépôts, avec cependant un risque d'hyphéma secondaire.

postérieure du greffon et une difficulté majeure pour les étapes de dépliage. La technique de suture en matrice que nous avons décrite permet de simplifier grandement la procédure (SAFIR 2016 [3]; *fig. 2*). La technique de la greffe à "aillette" décrite par le Pr Muraine permet de fixer le greffon aux paracentèses et de faciliter la chirurgie.

8. Œil avec implant de chambre antérieure

Selon les cas, l'ablation de l'implant et son remplacement peuvent précéder la DMEK, la DMEK peut être réalisée dans le même temps opératoire ou être réalisée sans changement d'implant (patient âgé ou fragile, décompensation endothéliale après plus de dix ans).

9. Chez l'enfant

La greffe endothéliale chez l'enfant peut au premier abord apparaître déraisonnable, en raison des difficultés liées notamment au positionnement. Cependant, après modifications des protocoles, cette technique est réalisable. Les suites opératoires plus simples (un seul point de suture, faible taux de rejet) et la préservation de l'intégrité du globe oculaire (moindre fragilisation d'une incision de 2 mm) sont des avantages motivant le changement de technique [4].

10. Difficultés liées au greffon

La membrane de Descemet est la plus épaisse des membranes basales de l'organisme. Elle s'épaissit tout au long de la vie et devient de moins en moins élastique. L'utilisation de greffons endothéliaux provenant de donneurs jeunes expose à un risque plus élevé de déchirure pendant sa préparation (en raison de sa finesse) et à des difficultés lors de son déroulement en chambre antérieure (en raison de son élasticité). Les membranes de Descemet provenant de donneurs diabétiques sont plus fragiles et friables, les déchirures sont fréquentes lors de la préparation [5].

Difficultés postopératoires

1. Œdème maculaire cystoïde (OMC) postopératoire

Tout retard de récupération de l'acuité visuelle dans les suites d'une DMEK doit faire évoquer un OMC. Son identification et son traitement précoce sont de bon pronostic dans la majorité des cas [6].

2. Difficultés liées aux implants cristalliniens

L'injection d'air ou de gaz en fin d'intervention permet de plaquer le greffon sur la cornée réceptrice. Cette

injection s'accompagne d'altérations de la transparence des implants hydrophiles qui peuvent limiter la récupération visuelle [7].

3. Rejets multiples et autres inflammations postopératoires

Si les greffes endothéliales ont des taux de rejet plus bas que les greffes transfixiantes, il s'agit de greffes allogéniques dont le taux de rejet est directement lié au terrain,

au nombre de greffes préalable et à l'inflammation locale. Certains patients nécessitent une adaptation des protocoles antirejets (immunosuppression systémique, tacrolimus, ciclosporine 2 %).

Les patients greffés dans un contexte herpétique sont à haut risque de rejet et de récurrence herpétique (fig. 4). Le risque de kératite neurotrophique postopératoire est aussi augmenté par l'utilisation de corticoïdes au long cours (fig. 5) [8].



Fig. 4 : Endothélite herpétique sévère après DMEK chez un patient aux antécédents d'herpès.

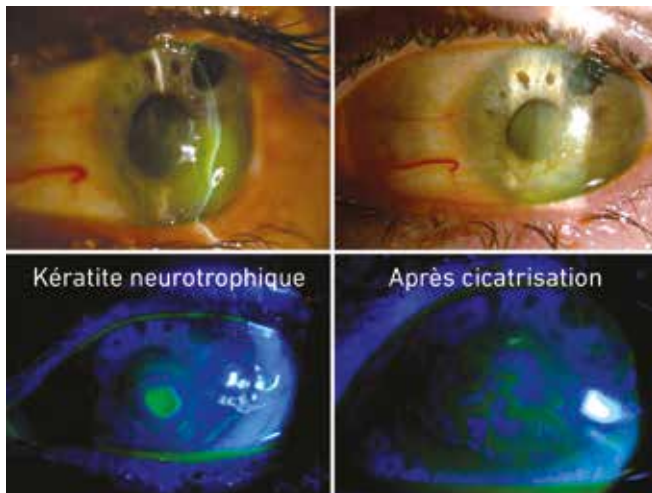


Fig. 5 : Kératite neurotrophique dans un contexte d'une intensification du traitement local antirejet.

Bibliographie

1. GUINDOLET D, DISEGNI H, MARTIN GC *et al.* Predictive factors of graft detachment and rebubbling after descemet membrane endothelial keratoplasty. *Int Ophthalmol*, 2022 [online ahead of print].
2. SAAD A, AWWAD ST, EL SALLOUKH NA *et al.* C-Press technique to facilitate Descemet membrane endothelial keratoplasty surgery in vitrectomized patients: a case series. *Cornea*, 2019;38:1198-1201.
3. STEPHAN S, GABISON EE. Sutures en matrice facilitant le dépliement des rouleaux endothéliaux pendant la DMEK. Prix de la vidéo chirurgicale. SAFIR 2016.
4. MARTIN GC, VABRES B, DUREAU P *et al.* Comment on Descemet stripping endothelial keratoplasty in pediatric patients with congenital hereditary endothelial dystrophy. *Am J Ophthalmol*, 2020;215:155.
5. FAMERY N, ABDELMASSIH Y, EL-KHOURY S *et al.* Artificial chamber and 3D printed iris: a new wet lab model for teaching Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Acta Ophthalmol*, 2019;97:e179-e183.
6. GUINDOLET D, HUYNH O, MARTIN GC *et al.* Cystoid macular oedema after Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Br J Ophthalmol*, 2021 [online ahead of print].
7. MEMMI B, KNOERI J, BOUHERAOUA N *et al.* intraocular lens calcification after pseudophakic endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol*, 2023;246:86-95.
8. ABDELMASSIH Y, DUBRULLE P, SITBON C *et al.* Therapeutic challenges and prognosis of Descemet's membrane endothelial keratoplasty in herpes simplex eye disease. *Cornea*, 2019;38:553-558.

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

Les reprises en chirurgie réfractive



L. MOYAL
COSS, PARIS;
COBESS, BRÉTIGNY-SUR-ORGE.
lauramoyal@yahoo.fr

On estime que 3 à 4 % des patients bénéficient d'une retouche pour retraitement après une chirurgie initiale, afin d'améliorer le résultat réfractif. La reprise est volontiers unilatérale.

Quel délai faut-il attendre ?

Une surcorrection initiale est fréquente et tend à régresser avec le temps. Le résultat optique de l'intervention se stabilise en général au terme d'un délai d'un mois par dioptrie de correction initiale. La sous-correction et la surcorrection peuvent faire l'objet d'une retouche. Le délai habituel est de 1 à 6 mois après LASIK et 12 mois après PKR.

Exceptionnellement, en cas d'insuffisance de l'épaisseur ou de déformation évolutive de la cornée, une retouche s'avère impossible. Des lentilles ou autres traitements spécifiques peuvent alors être proposés.

Quel bilan préreprise ?

En plus d'un examen clinique complet et d'une réfraction précise, volontiers sous cycloplégiques, il faut réaliser un OCT de cornée, de préférence *spectral domain*, sur lequel on mesure précisément l'épaisseur réelle du capot créé lors de la première chirurgie et le mur stromal résiduel (fig. 1). L'OCT dit "en face" apportera probablement

des renseignements sur la topographie et la régularité du plan de découpe, avec un SLAB positionné au niveau du plan de découpe [1].

On vérifie également la topographie cornéenne (après première chirurgie, avant retraitement) et notamment les cartes d'élévation antérieure et postérieure ainsi que la kératométrie (Km), afin de vérifier le bon centrage du traitement initial, d'éliminer une ectasie débutante mais aussi de prévoir si la kératométrie post-retraitement sera acceptable ou pas (éviter de provoquer une cornée trop plate ou *a contrario* trop bombée). Une aberrométrie est également systématique en préreprise.



Fig. 1 : OCT de cornée *spectral domain*. Le plan de découpe est schématisé par les flèches blanches et le mur stromal par la flèche bleue.

Quelle technique privilégier ?

1. Post-PKR initiale

>>> **PKR sur PKR** : on attendra au moins 1 an et on veillera à utiliser systématiquement de la mitomycine pour limiter le risque de *haze*. Attention cependant, cette technique est à éviter si un *haze* important a eu lieu à la suite du premier traitement [2] (fig. 2).

>>> **LASIK sur PKR** : cette procédure est à éviter. En effet, la cornée opérée de PKR est dépourvue de membrane de Bowman, a un épithélium hyperplasique en regard des zones de photoablation, une adhérence épithéliale fragile et un stroma sous-épithélial parfois remanié.

Les critères de sélection pour une telle intervention sont très restrictifs : délai minimum d'un an après



Fig. 2 : Haze cornéen post-PKR.

PKR initiale, réfraction stable, Km centrale > 42 D pour une correction myopique et < 47 D pour une correction hypermétrope. Il faut alors privilégier un capot épais pour passer sous la zone cicatricielle de la PKR, à manipuler prudemment (car pas de membrane de Bowman), au laser femtoseconde s'il n'y a pas d'opacité. Dans ces cas, les traitements aberroguidés peuvent avoir un intérêt [3]. Il faut être prudent quant aux risques d'abrasion épithéliale, d'instabilité du volet, d'invasion épithéliale et de *haze*.

2. Post-LASIK

En cas de LASIK initial [4], il est conseillé de privilégier de resoulever un capot si possible et de refaire quelques impacts de laser Excimer. Avant de resoulever un capot, il faut bien veiller à désolidariser la zone correspondant au *side cut* sur toute la circonférence du volet, afin de "couper" l'épithélium manuellement et de réduire le



Fig. 3 : Invasion épithéliale post-LASIK.

risque d'invasion épithéliale. Une fois cette étape réalisée, un capot découpé au femtoseconde ou au microkératome se resouève aisément. Il est évidemment possible de réaliser une nouvelle découpe si cette étape pose trop de soucis, mais on s'expose alors aux risques de déchirure ou de découpe irrégulière et à un effet millefeuille du capot.

Les complications potentielles d'une reprise en LASIK sur un premier LASIK sont l'invasion épithéliale (dont le risque augmente avec le délai par rapport au premier traitement, *fig. 3*), les plis de capot et les abrasions épithéliales.

Cependant, on s'orientera davantage vers un retraitement par PKR si le mur résiduel est insuffisant ou si le problème initial conduisant à la reprise est lié au capot.

3. Post-SMILE

La particularité des retraitements après SMILE est d'impliquer une modification de méthode. Les reprises peuvent s'effectuer par [5]:

>>> PKR: il s'agit de la méthode privilégiée consensuelle pour corriger les amétropies résiduelles post-SMILE. On veillera à utiliser de la mitomycine sur tout traitement de surface post-SMILE. Cette technique a pour avantages sa simplicité, le maintien du bénéfice sur l'architecture cornéenne, la moindre consommation de tissu cornéen et enfin sa très grande précision.

>>> LASIK: il est également possible de réaliser un LASIK après SMILE grâce à un module spécifique du laser Visumax.

>>> SMILE: un nouveau SMILE est un geste plus délicat.

Le retraitement d'un SMILE exige donc très souvent un laser Excimer.

Il est à noter que la douleur postopératoire de la PKR en retraitement est moins importante que celle de la PKR en traitement initial. Dans ces cas, la PKR est préférée à la transPKR car il s'agit souvent de faibles corrections et l'épithélium d'une cornée déjà opérée est longtemps un peu remanié.

Faut-il utiliser une procédure spécifique ?

Dans les cas de reprises pour correction sphérocyindrique imparfaite, la littérature ne tranche pas entre les traitements conventionnels et les traitements customisés. Un traitement conventionnel pour sur- ou sous-correction simple est donc possible.

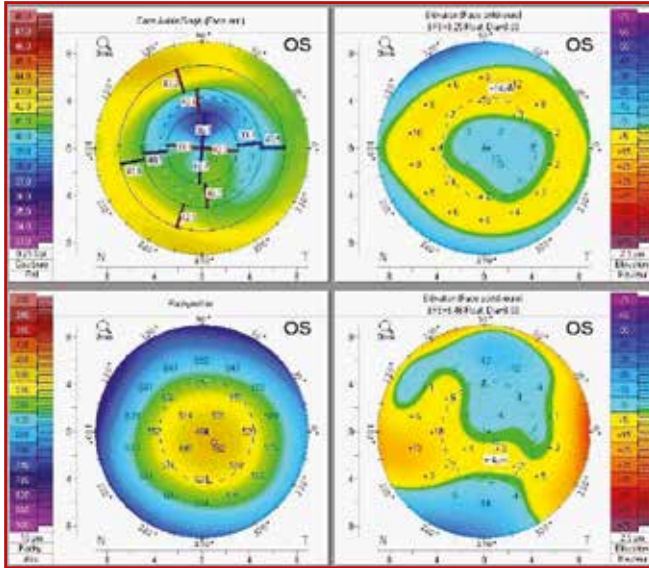


Fig. 4 : Exemple de cas repris par traitement guidé par aberrométrie. Topographie pré-reprise : aplatissement excessif au niveau de la charnière du capot décentré en inférieur.

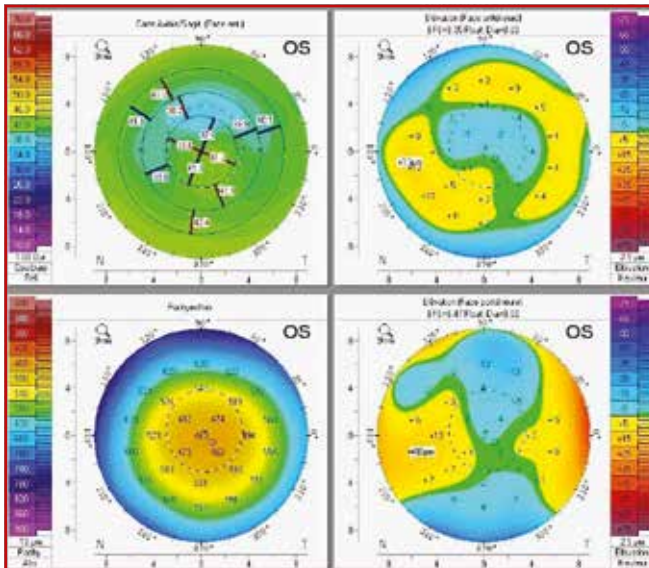


Fig. 5 : Topographie post-reprise par traitement aberroguidé : amélioration du profil topographique.

Concernant les retraitements customisés, la littérature est très pauvre pour comparer les reprises par traitements topoguidés ou aberroguidés : les deux techniques semblent donner d'excellents résultats. En cas d'astigmatisme résiduel, une procédure topoguidée est recommandée.

Si le patient se plaint principalement d'aberrations optiques (halos, diplopie, kaléidoscope...), il faut comprendre ce qui en est à l'origine sur la topographie et l'aberrométrie. Ce peut être un décentrement de traitement ou un problème de décentrement de capot avec des impacts de laser Excimer perdus en dehors du lit stromal. S'il existe une bonne concordance entre les cartes aberrométriques et topographiques sur les 6 mm centraux, un retraitement guidé par aberrométrie est une excellente option, qui donne de bons résultats fonctionnels avec une bonne prédictibilité. Il est à utiliser plutôt en traitement de surface (avec mitomycine) si le problème vient d'un souci initial de décentrement de capot (fig. 4 et 5).

Quelles complications redouter ? Quelles précautions ?

Comme déjà cité précédemment, le *haze* est à redouter en cas de reprise par PKR : l'utilisation de mitomycine est alors systématique. En cas de resouèvement de capot de LASIK, il faut faire attention à l'invasion épithéliale : il faut bien reprendre le *side cut* et marquer éventuellement les bords du capot pour bien le repositionner en fin d'intervention. On utilise également volontiers des corticoïdes collyres en postopératoire et une surveillance rapprochée initiale est de mise. Le risque d'ectasie postopératoire augmente également de principe avec l'amincissement accentué de la cornée. De manière générale, les effets secondaires classiques que sont la sécheresse oculaire et les halos sont toujours d'actualité.

Cas de chirurgie cornéenne après implant phaqué

Pour la correction d'une amétropie sphérocyindrique résiduelle après implant phaqué, la chirurgie cornéenne peut être utilisée en complément par PKR ou par LASIK. Certains chirurgiens craignent le risque de contact endothélial avec l'implant lors de l'aplanation et privilégient

plutôt la PKR, mais aucun cas de complication de LASIK post-ICL n'a été décrit.

Conclusion

Les retraitements précoces, comme tardifs, restent des situations rares. Les reprises sont en général unilatérales et peuvent se faire selon la même technique que celle utilisée initialement, sauf en cas de SMILE ou de mur résiduel postérieur insuffisant en cas de LASIK. Des précautions pré- et peropératoires particulières doivent être respectées afin de réduire les risques de complications post-retouches, qui restent cependant rares. Il faut savoir retraiter mais ne pas s'acharner.

Bibliographie

1. EL MAFTOUHI A, DENOYER A. Quelle est la place de l'OCT dans le bilan de chirurgie réfractive? *Réflexions Ophtalmologiques*, 2020;231:38-47.
2. SHALABY A, KAYE GB, GIMBEL HV. Mitomycin C in photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*, 2009;25:S93-S97.
3. DURRIE DS, STAHL JE, SCHWENDEMAN F. Alcon LADARWave custom-cornea retreatments. *J Refract Surg*, 2005;21:S804-S807.
4. AMBRÓSIO R, JARDIM D, NETTO MV *et al.* Management of unsuccessful LASIK surgery. *Compr Ophthalmol Update*, 2007;8:125-124.
5. RIAU AK, LIU YC, LIM CHL *et al.* Retreatment strategies following Small Incision Lenticule Extraction (SMILE): *In vivo* tissue responses. *PLoS One*, 2017;12:e0180941.

L'auteure a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

La douleur en chirurgie réfractive



L. MOYAL
COSS, PARIS;
COBESS, BRÉTIGNY-SUR-ORGE.
lauramoyal@yahoo.fr

Que peut-on faire contre la douleur en chirurgie réfractive? Cette dernière étant une chirurgie de confort, la réduction, voire l'éviction de la douleur est un enjeu majeur de la prise en charge des patients, que ce soit en peropératoire, en postopératoire à

court terme ou en postopératoire à moyen et long terme. La douleur, notamment celle liée à la sécheresse oculaire, est la cause d'un tiers d'insatisfaction des patients en postopératoire [1].

La douleur peropératoire

La gestion de la douleur pendant l'intervention, qu'il s'agisse d'une chirurgie cornéenne ou intraoculaire, n'est plus un problème aujourd'hui. En effet, l'anesthésie topique grâce aux gouttes de chlorhydrate d'oxybuprocaine, qui permet un blocage direct des canaux sodiques au niveau des nocicepteurs du plexus sous-épithélial cornéen (*fig. 1*), est très efficace pour éviter toute sensation de douleur pendant le geste opératoire. En cas de chirurgie cristallinienne ou d'implant phaque, elle peut être potentialisée par du gel d'anesthésie topique, une injection intracamerulaire de xylocaïne ou encore des méthodes physiques telles que l'hypnose ou la musique.

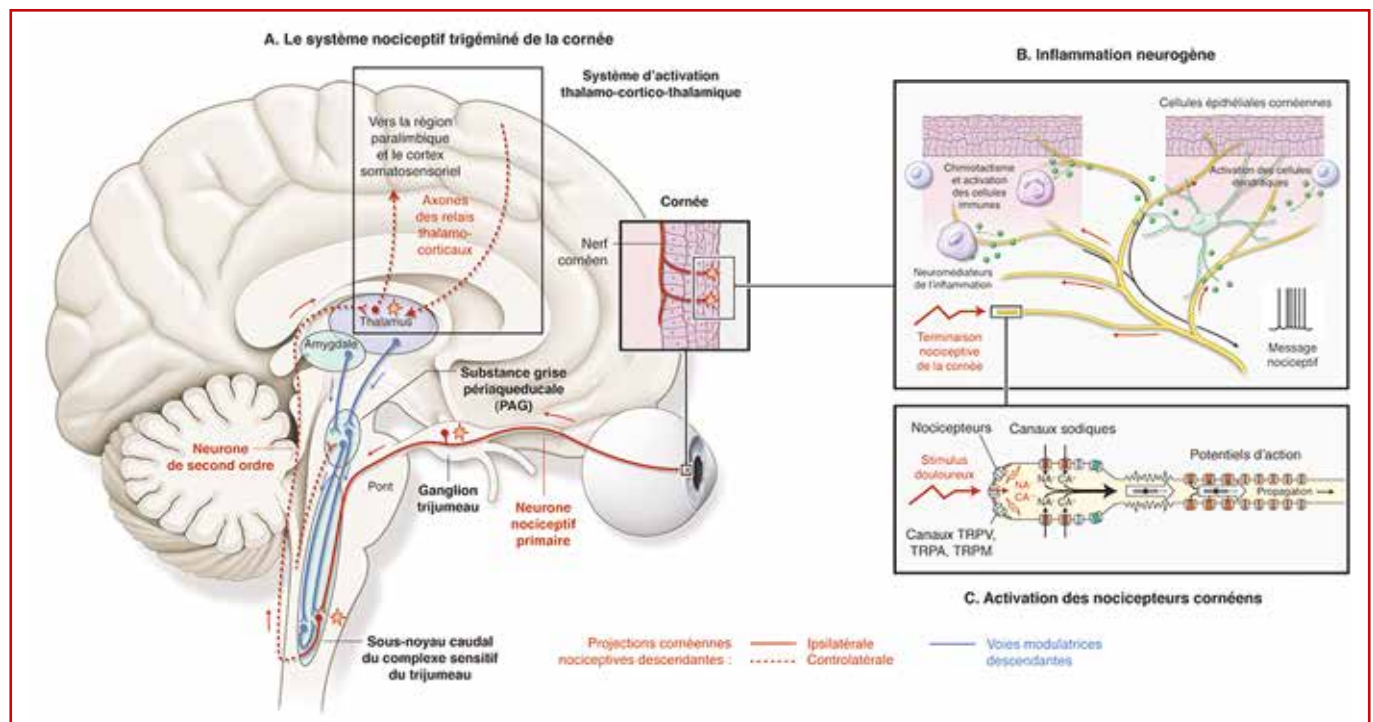


Fig. 1 : Le système nociceptif de la cornée (d'après le rapport SF0 2015).

En chirurgie réfractive, avec des patients conscients et jeunes, il est important d'établir une communication et une relation de confiance, en leur parlant et les rassurant pendant les quelques minutes de l'intervention.

La douleur postopératoire immédiate

Dans les premiers jours qui suivent l'intervention, la douleur est essentiellement liée au laser Excimer de surface [2], que ce soit en PKR conventionnelle ou transépithéliale. À l'heure où l'on a tendance à revenir vers les traitements de surface, surtout depuis le développement des procédures transépithéliales, la douleur reste encore le principal frein au choix des patients pour cette technique. Alors, comment la réduire ? Comment la rendre plus supportable pour nos patients ?

1. À quoi cette douleur est-elle due ?

Dans la PKR, l'ablation de l'épithélium met à nu les terminaisons nerveuses libres cornéennes. Par ailleurs, le laser Excimer entraîne une agression mécanique directe avec élévation thermique et nécrose cellulaire. Il en découle des messages nociceptifs directement vers les centres supérieurs (thalamus et cortex neurosensoriel) et une cascade inflammatoire neurogène par libération de neuromédiateurs au niveau des fibres nerveuses nociceptives [3] (fig. 2).

Il s'agit donc d'une douleur multifactorielle avec plusieurs mécanismes impliqués. Il existe différents moyens pour la contrôler ; la littérature est très riche sur le sujet [4].

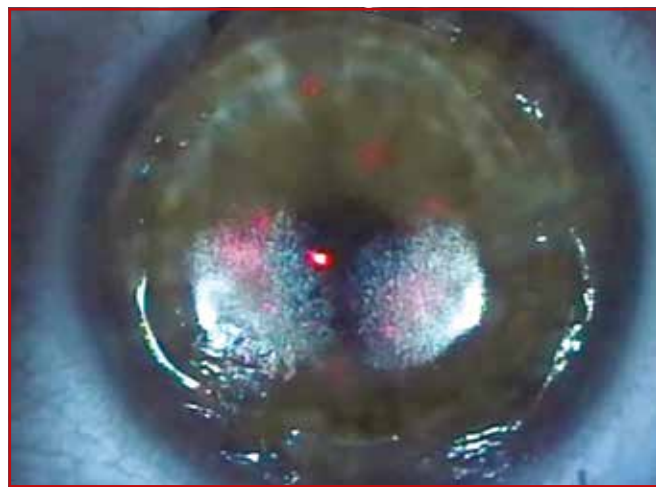


Fig. 2.

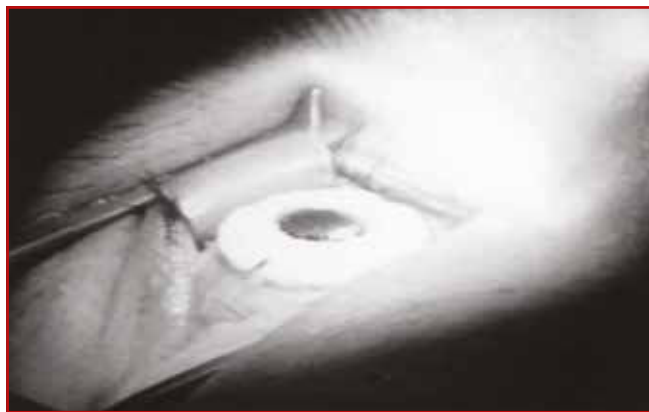


Fig. 3 : Anneau glacé peropératoire (d'après Kitazawa, ASCRS 1999).



Fig. 4 : Poche de glace postopératoire (d'après Zeng, 2015).

2. Quels moyens physiques pour la réduire ?

>>> La glace

Le refroidissement de la cornée est un bon moyen de lutter contre les douleurs déclenchées par l'activation des nocicepteurs Ad et C sensibles aux stimulations thermiques. C'est une technique décrite depuis 1999 [5]. Le froid peut être utilisé sous la forme de BSS glacé en peropératoire, en fin d'intervention ou sous forme de poches glacées à poser sur les paupières du patient en postopératoire à domicile (fig. 3 et 4).

>>> La lentille thérapeutique

De nombreux chirurgiens ont recours à une lentille en silicone hydrogel stérile (fig. 5) en fin d'intervention

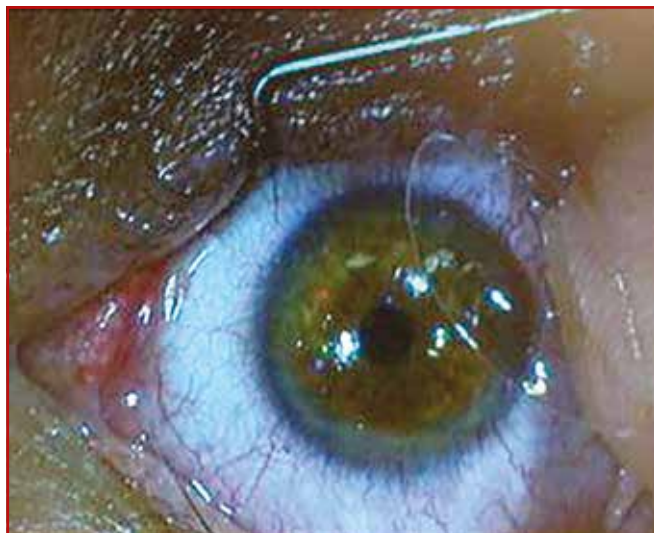


Fig. 5 : Pose d'une lentille thérapeutique silicone hydrogel en fin de PKR.

de PKR pendant une durée variable de 2 à 5 jours, pour réduire les douleurs déclenchées par l'activation des nocicepteurs Ad et C sensibles aux stimulations mécaniques liées aux clignements des paupières sur la cornée (et donc sur les terminaisons nerveuses libres à vif). Selon certains auteurs, elle faciliterait également la croissance cellulaire épithéliale.

Les arguments avancés contre leur utilisation sont l'inconfort ressenti par le port de lentille par les patients dès 48 à 72 h (chez des patients qui déjà, la plupart du temps, ne supportaient plus leurs lentilles avant de se faire opérer...), et le risque théorique infectieux et d'infiltrat stérile. La grande étude rétrospective de Shallhorn en 2017 [6] retrouvait en effet un risque infectieux 10 fois plus fréquent en PKR *versus* Lasik (1/7 434 vs 1/21 697), mais les facteurs de risque ne spécifient pas le port de lentille de contact en postopératoire.

3. Quels moyens médicamenteux topiques ?

>>> Les anesthésiques topiques

Comme nous l'avons vu précédemment, les anesthésiques topiques sont très efficaces pour inhiber la douleur en bloquant les canaux Na. Cependant, leur utilisation répétée génère une toxicité directe sur les kératocytes et les cellules épithéliales, en altérant les microvillosités et en inhibant leur migration. Leur grande efficacité sur la douleur entraîne donc un risque

d'usage abusif par le patient en cas de prescription et, par conséquent, un retard de cicatrisation.

Néanmoins, des études ont été menées sur des protocoles les utilisant à doses diluées selon différentes modalités d'administration. Verma *et al.* ont d'abord montré en 1995 qu'effectivement, l'utilisation de tétracaïne 1 % vs placebo entraînait un retard de cicatrisation à 24 h. En 1997, ils ont instillé de la tétracaïne 1 % vs bupivacaïne 0,75 % toutes les 30 minutes pendant seulement les 24 premières heures postopératoires et ont observé une réépithélialisation complète à 72 h [7]. En 2022 à la SAFIR, une équipe tunisienne a rapporté les résultats d'une étude prospective sur des patients traités par trans PKR avec un protocole d'oxybuprocaine diluée à 30 % toutes les 4 h à J0 (avec un maximum de trois instillations) : les patients présentaient moins de douleur, de photophobie, de larmoiement et d'hyperhémie conjonctivale que le groupe contrôle à J1.

Concernant la prescription d'anesthésique topique en postopératoire de PKR, une dosette pour une utilisation unique peut être remise au patient, mais l'anesthésique ne doit pas être mentionné sur l'ordonnance (ou bien avec un dosage dilué et un protocole bien précis, mais cela n'existe pas en officine actuellement).

>>> Les AINS topiques

Les avantages des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont de réduire l'activité des récepteurs nociceptifs et la production des médiateurs de l'inflammation : ils ont donc une action double sur la douleur. Mais ils entraînent également un allongement du temps de réépithélialisation. Toutes les études comparant les différentes molécules, que ce soit à faibles doses ou même en unidoses, ne retrouvent pas d'efficacité supérieure d'une molécule par rapport aux autres et retrouvent un retard de réépithélialisation avec toutes. La prescription d'AINS topiques n'est donc pas recommandée en postopératoire de PKR.

En revanche, devant les avantages théoriques certains, plusieurs auteurs se sont intéressés à des protocoles préopératoires utilisant les AINS topiques. Une instillation 30 minutes avant intervention entraînerait moins de douleur sans effet secondaire [8, 9]. Ou encore, une

instillation 3 fois par jour pendant les 2 jours préopératoires n'empêcherait pas une cicatrisation complète à J3 [10].

>>> Les corticoïdes topiques

Les corticoïdes topiques ont un effet anti-inflammatoire doublement bénéfique après un laser de surface : ils permettent de limiter le haze et ont un effet antalgique qui, lui, n'entraîne pas de retard de réépithélialisation, car passe par la voie d'inhibition de la phospholipase A2 (et non des cyclooxygénases des AINS). Ils ont donc toute leur place dans la prise en charge de la douleur après chirurgie par PKR.

>>> Et demain ?

Aux États-Unis, les laboratoires Alcon développent la morphine en collyre topique à 5 mg/mL, qui semble très prometteuse en termes de contrôle des douleurs postopératoires. Elle est instillée pendant 1 à 3 jours après chirurgie [11].

4. Quels moyens *per os* ?

Les AINS *per os* associés aux antalgiques de niveau 2 (paracétamol + codéine) sont efficaces contre la douleur postopératoire de PKR. Ils sont fréquemment prescrits en routine et même volontiers débutés en préopératoire (une heure avant intervention, pour un effet d'emblée dès la fin de l'anesthésie topique). Un protecteur gastrique est recommandé chez les patients aux antécédents de gastrites ou ulcères ou susceptibles de vomissements avec les opioïdes. Le CBD peut également être utilisé sous différentes formes pour lutter contre la douleur des premiers jours.

Des essais sont en cours sur les triptans de la migraine (*per os* et topiques), les patchs de fentanyl, la gabapentine, la prégabaline...

En synthèse, concernant les douleurs précoces post-PKR :

- prévenir le patient ++;
- lentille pansement + glace;
- corticoïdes topiques + lubrifiants;
- AINS + antalgiques de niveau 2 *per os*;
- ± une dosette d'anesthésique topique;
- ± AINS topiques préopératoires.



Fig. 6 : Syndrome sec post-Lasik.

La douleur postopératoire à moyen et long terme

Elle est, cette fois, plutôt secondaire aux chirurgies cornéennes type Lasik ou lenticulaires, ou aux chirurgies cristalliniennes. Deux entités sont décrites : un véritable syndrome sec (*fig. 6*) avec dysfonctionnement lacrymal (dans lequel la section nerveuse joue un rôle majeur), qui peut aboutir à une réelle douleur neuropathique chronique. Un syndrome sec sévère postopératoire douloureux peut être à l'origine d'une insatisfaction du patient avec une régression réfractive, un astigmatisme irrégulier induit, une atteinte de la qualité de vision dynamique, etc. [12].

L'origine de ces douleurs est multifactorielle avec une destruction neuronale du plexus sous-épithélial dans le Lasik sur 300 degrés (dont la repousse est dégradée en postopératoire de manière quantitative et qualitative), mais également dans les chirurgies d'extraction lenticulaire, une origine inflammatoire induite par la chirurgie, une origine iatrogène par les traitements prescrits après intervention et par l'existence éventuelle de facteurs favorisants préopératoires.

Quelle prise en charge proposer pour lutter contre le syndrome sec postopératoire, à moyen terme et à plus long terme ? Comment éviter d'entrer dans le cercle vicieux de la douleur neuropathique (*fig. 7*) ?

1. Les moyens "classiques"

Les larmes artificielles sont systématiquement utilisées en pré- et postopératoire, sans conservateur. Il est

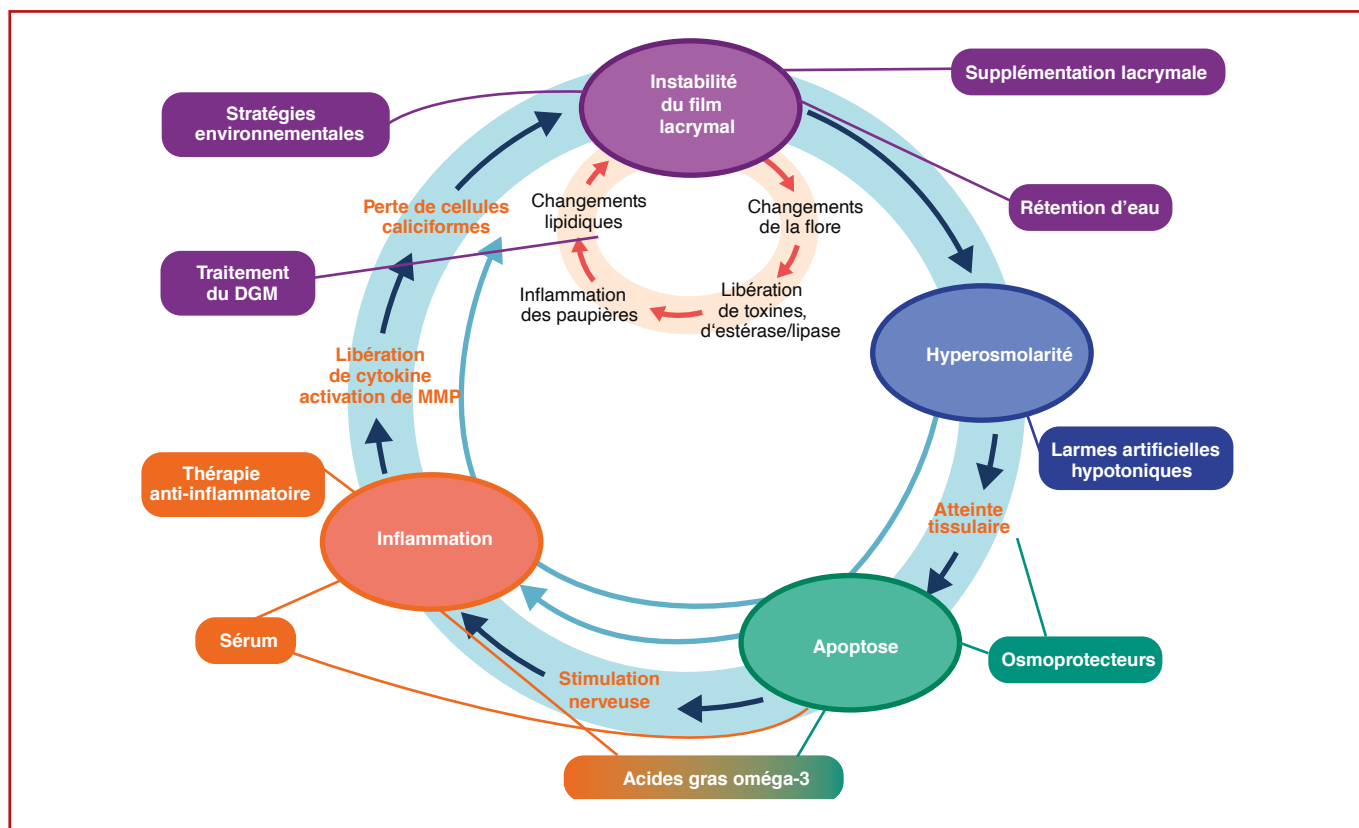


Fig. 7 : Le cercle vicieux du syndrome sec (d'après Baudouin C, rapport SFO 2015).

également recommandé aux patients de bien penser à cligner des paupières (voire occlure celles-ci la nuit). La prise en charge des dysfonctions meibomiennes est recommandée et à débiter avant toute chirurgie réfractive. La mise en place de plugs lacrymaux est un substitut également très utile, auquel il ne faut pas hésiter à avoir recours en pré- ou postopératoire.

2. Les anti-inflammatoires

La ciclosporine 0,05 % peut être utilisée lorsque la production lacrymale est diminuée, en lien avec une inflammation locale. Les corticoïdes locaux peuvent être utilisés, mais on connaît leurs effets délétères au long cours. Ils ont cependant pu être utilisés avec succès pour initier un traitement avec de la ciclosporine, dont l'effet est souvent plus long à apparaître, ou avec des bouchons méatiques. Les AINS ont un intérêt plus modéré, en particulier en raison de leur épithéliotoxicité. En cas d'épithéliopathie étendue, ces anti-inflammatoires ne doivent pas être utilisés et ils doivent être immédiatement arrêtés si cette complication apparaît en cours de traitement.

3. Les nouvelles molécules

Le tacrolimus est actuellement disponible en France en autorisation temporaire d'utilisation, seulement depuis 3 ans. C'est un collyre fabriqué initialement au Japon, avec une bonne tolérance par les patients, qui pour le moment n'est prescrit qu'en cas d'intolérance ou d'insuffisance d'efficacité de la ciclosporine collyre, avec des résultats très prometteurs sur les signes fonctionnels de sécheresse oculaire sévère.

D'autres immunomodulateurs ont également fait l'objet de publications : le pimécrolimus collyre, le cirolimus en injection sous-conjonctivale, etc.

Dans les nouvelles molécules, il existe aussi la catégorie des sécrétagogues topiques. Parmi eux, le diquafosol (INS365), nucléotide dérivé de l'uridine, agoniste des récepteurs P2Y2 (récepteurs présents sur les cellules à mucus conjonctivales et cellules épithéliales des acini meibomiens), stimule ainsi la sécrétion des phases mucinique et aqueuse du film lacrymal. Le diquafosol à 3 %

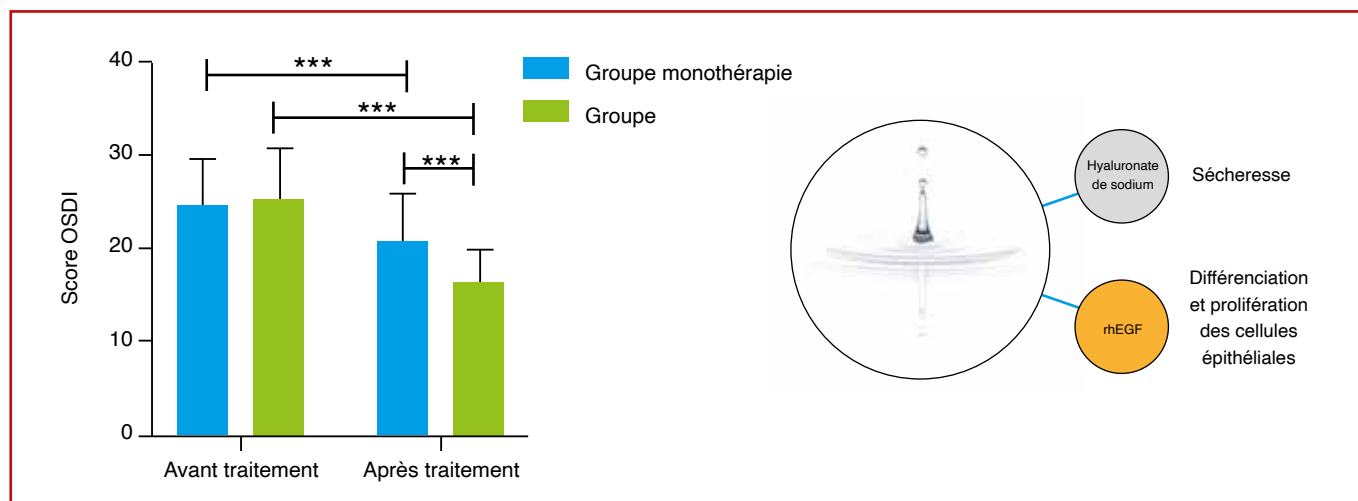


Fig. 8 : Amélioration significative du score ODTS après traitement combiné par hyaluronate + rhEGF (après Gong, 2022).

en collyre est disponible en Chine et en Corée depuis 2009 et au Japon depuis 2010. Il s'avère efficace sur les syndromes secs post-Lasik [13-15].

Le rébamipide (OPC-12759), dérivé de la quinolinone, est également un mucoprotecteur ayant une activité sécrétagogue sur les mucines. Il est aussi commercialisé au Japon depuis 2012. Il est efficace pour stabiliser le film lacrymal et protéger la surface oculaire, avec des effets anti-inflammatoires [16, 17].

Plus simple à se procurer en France, le sérum autologue en collyre est riche en facteurs de croissance (EGF et NGF) et facteurs vitaminiques, et a de nombreux effets positifs sur la cicatrisation épithéliale, en permettant une régénération nerveuse du plexus cornéen en microscopie confocale chez des patients avec douleurs neuropathiques.

Une dernière nouveauté qui continue de donner de l'espoir pour les patients souffrant de douleurs liées à une sécheresse après chirurgie réfractive devrait également arriver sur le marché. Il s'agit d'une nouvelle larme artificielle combinée à de l'EGF. L'EGF est un polypeptide humain qui stimule la prolifération des cellules épithéliales et la différenciation des tissus épithéliaux. L'association hyaluronate de sodium et EGF recombiné humain représenterait une combinaison plus efficace que le hyaluronate de sodium seul, en termes de stabilité du film lacrymal, d'accélération de la cicatrisation cornéenne, de réduction des concentrations de

facteurs inflammatoires et d'amélioration de la qualité de vie [18] (fig. 8).

En synthèse, concernant les douleurs tardives post-chirurgie réfractive :

- ne surtout pas intervenir en cas de sécheresse oculaire existante en préopératoire pour éviter des douleurs chroniques invalidantes ;
- toujours vérifier la surface oculaire avant chirurgie ;
- toujours prévenir les patients du risque de sécheresse postopératoire et traiter de manière préventive systématique dès J0, voire avant, quel que soit le statut préopératoire du patient ;
- orienter le patient vers une procédure de surface en cas de sécheresse préexistante modérée, avec une prise en charge de la sécheresse avant l'intervention.

Bibliographie

1. GIBBONS A, ALI TK, WAREN DP *et al.* Causes and correction of dissatisfaction after implantation of presbyopia-correcting intraocular lenses. *Clin Ophthalmol*, 2016;10:1965-1970.
2. EL-MAGHRABY A, SALAH T, WARING GO *et al.* Randomized bilateral comparison of excimer laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for 2.50 to 8.00 diopters of myopia. *Ophthalmology*, 1999;106:447-457.
3. CHIU IM, VON HEHN CA, WOOLF CJ *et al.* Neurogenic inflammation and the peripheral nervous system in host defense and immunopathology. *Nat Neurosci*, 2012;15:1063-1067.
4. GOLAN O, RANDLEMAN JB. Pain management after photorefractive keratectomy. *Curr Opin Ophthalmol*, 2018;29:306-312.

5. KITAZAWA Y, MAEKAWA E, SASAKI S *et al.* Cooling effect on excimer laser photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*, 1999;25:1349-1355.
6. SCHALLHORN JM, SCHALLHORN SC, HETTIGNER K *et al.* Infectious keratitis after laser vision correction: Incidence and risk factors. *J Cataract Refract Surg*, 2017;43:473-479.
7. VERMA S, CORBETT MC, PATMORE A *et al.* A comparative study of the duration and efficacy of tetracaine 1% and bupivacaine 0.75% in controlling pain following photorefractive keratectomy (PRK). *Eur J Ophthalmol*, 1997;7:327-333.
8. HONG JP, NAM SM, IM CY *et al.* Comparison of analgesic effect of pre-operative topical diclofenac and ketorolac on postoperative pain after photo-refractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*, 2014;40:1689-1696.
9. KIM SK, HONG JP, NAM SM *et al.* Analgesic effect of preoperative topical nonsteroidal antiinflammatory drugs on postoperative pain after laser- assisted subepithelial keratectomy. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41: 749-755.
10. KONTADAKIS GA, CHRONOPOULOU KG, TSOPOURIDOU R *et al.* Nepafenac ophthalmic suspension 0.3% for the management of ocular pain after photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*, 2018;34:171-176.
11. FAKTOROVICH EG, BABAUM AI. Effect of topical 0.5% morphine on post-operative pain after photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*, 2010;26:934-941.
12. TODA I. Dry eye after LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2018;59: DES109-DES115.
13. TODA I, IDE T, FUKUMO T *et al.* Combination therapy with diquafosol tetrasodium and sodium hyaluronate in patients with dry eye after laser *in situ* keratomileusis. *Am J Ophthalmol*, 2014;157:616-622.
14. MORI Y, NEJIMA R, MASUDA A *et al.* Effect of diquafosol tetrasodium eye drop for persistent dry eye after laser *in situ* keratomileusis. *Cornea*, 2014;33:659-662.
15. KEATING GM. Diquafosol ophthalmic solution 3%: a review of its use in dry eye. *Drugs*, 2015;75:911-922.
16. KINOSHITA S, OSHIDEN K, AWAMURA S *et al.* A randomized, multicenter phase 3 study comparing 2% rebamipide (OPC- 12759) with 0.1% sodium hyaluronate in the treatment of dry eye. *Ophthalmology*, 2013;120:1158-1165.
17. IGARASHI A, KAZUTAKA K, KOBASHI H *et al.* Effect of rebamipide ophthalmic suspension on intraocular light scattering for dry eye after corneal refractive surgery. *Cornea*, 2015;34:895-900.
18. FAN L, HE T, SHI J *et al.* Effects of recombinant human epidermal growth factor eye drops combined with phacoemulsification on short- and long-term visual acuity recovery and related dry eye complications in patients with senile cataract. *Comput Math Methods Med*, 2022;2022:1041558.

L'auteure a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Calendrier des congrès 2023/2024

■ Retrouvez toutes les informations sur les prochains congrès,
triés par localisation et par date

E. Pottier, O. Prisant

Calendrier des congrès 2023/2024

Élodie Pottier, Olivier Prisant
Cabinet Alma-Vision, Clinique de la Vision, Paris

Retrouvez toutes les informations sur les prochains congrès,
triés par localisation et par date.

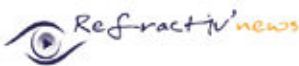


Congrès parisiens			
5-7 mai 2023		SAFIR (Société de l'Association Française des Implants et de la Chirurgie Réfractive) Palais des Congrès, Paris https://www.safir.org/	
6-8 mai 2023 4-6 mai 2024 10-12 mai 2025		SFO (Société Française d'Ophtalmologie) Palais des Congrès, Paris https://www.sfo-online.fr	
6 mai 2023		CFSR (Club Francophone des Spécialistes de la Rétine) Palais des Congrès, Paris https://cfsr-retine.com	
3 juin 2023		SoFem (Société Ophtalmologique Féminine Française) Congrès virtuel http://sofem.e-congres.com	
9 juin 2023		EFO (Entretiens Francophones d'Orthoptie) Maison de la Chimie, Paris Congrès d'orthoptie https://www.congres-efo.fr/fr/	
29 septembre – 2 octobre 2023		Silmo (Salon International de la Lunetterie, de l'Optique Oculaire et du Matériel pour Opticiens) Paris Nord Villepinte Congrès d'opticiens http://silmo-paris.com	
13 octobre 2023		Imagerie en ophtalmologie : de la théorie à la pratique New Cap Event Center, Paris https://www.vuexplorer.com/fr/congres	
Janvier 2024 (à définir)		Chirurgie Réfractive et Innovations Paris https://www.innovations-refractive.com/fr/	
Février 2024 (à définir)		AOP (Ateliers d'Ophtalmologie Pratique) Palais des Congrès, Paris https://www.aopcongress.com/fr	
14-16 Mars 2024		JRO (Journées de RéfLeXions Ophtalmologiques) Espace Champenot, Paris https://jro.jbsante.com	

Calendrier des congrès 2023/2024



Congrès nationaux français

2 juin 2023		ROCK (Réunion Ophtalmologique du Centre Kléber) Lyon Congrès généraliste https://www.jbhsante.com/specialites/ophtalmologie/rock-2023	
16-17 juin 2023		MONTI (Marseille Ophtalmologie : Nouveautés en Thérapeutique et Imagerie) Marseille Thème 2023 : la myopie https://www.congresmontimarseille.fr	
16-17 juin 2023		CoRoNa (Cercle Ophtalmologique du Roussillon et du Narbonnais) Perpignan Thème 2023 : la myopie, quoi de neuf en 2023 ? https://www.corona-ophtalmologie.fr	
17-18 juin 2023		Retina Imaging & Surgery Cannes Congrès sur la rétine https://nri-congres.fr	
22-24 juin 2023		OphtAtlantic La Baule Congrès généraliste https://www.jbhsante.com/specialites/ophtalmologie/ophtatlantic-2023	
23-24 juin 2023		Strabomania La Baule Congrès sur le strabisme https://www.jbhsante.com/specialites/ophtalmologie/strabomania-2023	
30 juin – 1 ^{er} juillet 2023		Refractiv'News Nice https://refractivnews.com	
22-23 septembre 2023		CORelle (Congrès Ophtalmologique de la Rochelle) La Rochelle Congrès généraliste https://jbhsante.com/specialites/ophtalmologie/à venir	
17-18 novembre 2023		Winter SAFIR Nantes https://www.safir.org	
18 novembre 2023		Journée Montpellieraine d'Ophtalmologie Montpellier Congrès généraliste https://www.journee-montpellieraine-ophtalmologie.fr	
23-24 novembre 2023		COPS (Cornée Pratique et Scientifique) Tours Congrès sur la surface antérieure https://jbhsante.com/specialites/ophtalmologie/à venir	
24-25 novembre 2023		JAO (Journées Alsaciennes d'Ophtalmologie) Mulhouse Congrès généraliste https://congres-jao.fr	

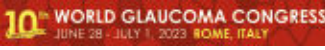
1-2 décembre 2023		JOI (Journées d'ophtalmologie interactives) Toulouse Thème 2023 : Glaucome : De La Recherche À La Pratique https://www.joi-asso.fr/programme/programme-2023	
8-9 décembre 2023		Lyon Œil Rétine Lyon https://www.congres-lor.fr	
14-15 décembre 2023		POP (Pratiques Ophtalmologiques Phocéennes) Marseille Congrès généraliste https://jbhsante.com/specialites/ophtalmologie (à venir)	
Janvier 2024		Rétine 360 Toulouse Infos à venir	
Décembre 2024		Retina Lyon Lyon Infos à venir	



Congrès européens

22-25 mai 2023		Royal College of Ophthalmologists Birmingham, Angleterre Congrès généraliste https://www.rcophth.ac.uk/events-courses/annual-congress/	
25-27 mai 2023		SOI (Società Oftalmologica Italiana) Rome, Italie Congrès généraliste, programme à venir https://www.congressisoi.com/informazioni_generali.php?id_congresso=26	
1-2 juin 2023		EUNOS (European Neuro-Ophthalmology Society) Groningue, Pays-Bas Cours pratiques de neuro-ophtalmologie https://www.eunos2023.org/part_program	
2-3 juin 2023		EuDES (European Dry Eye Society) Munich, Allemagne Congrès sur la sécheresse oculaire et les pathologies de surface https://www.dryeye-society.com/congress/programme-2023	
15-17 juin 2023		SOE (European Society of Ophthalmology) Prague, République Tchèque Congrès généraliste associant théorie et pratique https://soe2023.soevision.org	
15-17 juin 2023		DOC (German Ophthalmic Surgery) Nuremberg, Allemagne Congrès sur toutes les chirurgies oculaires https://www.doc-nuernberg.de/index-e.php	

Calendrier des congrès 2023/2024

22-23 juin 2023		Retina in progress Milan, Italie Congrès sur la rétine https://www.apmeetings.com/singolo_evento.php?id=133&lang=en	
28 juin – 1 ^{er} juillet 2023		World Glaucoma Congress Rome, Italie Congrès sur le glaucome https://worldglaucomacongress.org	
14-15 juillet 2023		EGS Members meeting (European Glaucoma Society) Reykjavic, Islande Congrès sur le glaucome https://egsmembersmeeting.org	
6-9 septembre 2023		IOIS (International Ocular Inflammation Society) Berlin, Allemagne Congrès sur les inflammations oculaires avec des auteurs du monde entier https://www.iois.info/page.php?edi_id=1582	
8-12 septembre 2023 à partir du 6 septembre 2024 à partir du 12 septembre 2025		ESCRS (European society of cataract & refractive surgeons) Vienne, Autriche Congrès sur la chirurgie du segment antérieur https://congress.escrs.org	
27-30 septembre 2023		SEO (Sociedad Española de Oftalmología) Séville, Espagne Programme en attente Thèmes principaux 2023 : oncologie, strabisme de l'adulte, anneaux intracornéens https://www.ofthalmoseo.com/99-congreso-seo/	
28 septembre – 1 ^{er} octobre 2023		DOG (Société Allemande d'Ophthalmologie) Berlin, Allemagne Programme en attente, congrès généraliste https://en.dog-kongress.de/programm/	
5-8 octobre 2023		Euretina Amsterdam, Pays-Bas Congrès sur la rétine https://euretina.org/amsterdam-2023/information/	
19-21 octobre 2023		EPOS (European Paediatric Ophthalmological Society) Louvain, Belgique Thème : The Eye in Systemic Diseases https://epos2023.com	
26-28 octobre 2023		EVER (European Association for Vision and Eye Research) Valence, Espagne Programme en attente https://evercongress.org	
22-24 novembre 2023		OB (Ophthalmologica Belgica) Bruxelles, Belgique Congrès généraliste, programme en attente https://www.ophtalmologia.be/page.php?edi_id=1	
Fin 2023, informations à venir		CXL Experts' Meeting Zurich, Suisse Congrès sur le kératocône et le cross-linking https://cxlexpertsmeeting.com	
15-18 février 2024		Winter ESCRS (European society of cataract & refractive surgeons) Lieu en attente Congrès sur la chirurgie du segment antérieur https://wintermeeting.escrs.org	
10-12 avril 2024		SAoO (Swiss academy of ophthalmology) Lucerne, Suisse Thème 2024 à définir https://saoo.ch/en/#	

1-5 juin 2024	 European Glaucoma Society Innovation, Education, Communication, Implementation	EGS Congress (European Glaucoma Society) Dublin, Irlande Congrès sur le glaucome https://www.eugs.org/eng/egs_meetings.asp	
4-8 août 2024		Nordic Congress of Ophthalmology Kuopio, Finlande Congrès généraliste, thème en attente https://www.nok2024.fi	



Congrès américains (États-Unis et Amérique)

5-8 mai 2023 5-8 avril 2024, Boston, États-Unis 25-28 avril 2025, Los Angeles, États-Unis		ASCRS (American society of cataract & refractive surgeons) San Diego, États-Unis Congrès principal sur la chirurgie du segment antérieur https://ascrs.org/meetings	
15-18 juin 2023		COS-SCO (Société Canadienne d'Ophthalmologie) Québec, Canada Congrès généraliste https://sites.grenadine.co/sites/cos-sco/fr/2023-cos-annual-meeting-and-exhibition	
22-25 juin 2023		Spring ASOPRS (American Society of Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery) Québec, Canada https://asoprsconf.memberclicks.net	
23-26 août 2023		CBO (Conselho Brasileiro de Oftalmologia) Fortaleza, Brésil Congrès généraliste https://www.cbo2023.com.br	
2-3 novembre 2023		ASOPRS (American Society of Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery) San Francisco, États-Unis https://asoprsconf.memberclicks.net	
3-6 novembre 2023 18-21 octobre 2024, Chicago, États-Unis 17-20 octobre 2025, Orlando, États-Unis	 AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY	AAO (American Academy of Ophthalmology) San Francisco, États-Unis Congrès généraliste international https://www.aao.org/annual-meeting	
9-12 mai 2024		Retina World Congress Fort Lauderdale, Floride, États-Unis Congrès sur la rétine, informations à venir https://retinaworldcongress.org/#	
2024 (date inconnue)		ISER (International Society for Eye Research) Buenos Aires, Argentine Congrès généraliste https://www.iser.org/meetings.html	

Calendrier des congrès 2023/2024



Congrès africains & maghrébins

17-19 mai 2023		EOS (Egyptian Ophthalmological Society) Le Caire, Égypte Congrès généraliste https://eos-egypt.com	
22-25 août 2023		COECSA (College of ophthalmology of eastern, central and southern Africa) Mombasa, Kenya Thème : Ophthalmology: Learning, Innovating, Leading https://coecongress.net	
20-21 octobre 2023		FLCS Congress (femto lenticular corneal shaping) Istanbul, Turquie Congrès sur la chirurgie lenticulaire https://www.flcscongress.com	
23-27 octobre 2023		InCLO (Innovations en chirurgie et Lasers ophtalmologiques) Mahé, Seychelles Congrès satellite de la SOOI (Société d'Ophtalmologie de l'Océan Indien) Infos : dr.assouline@gmail.com	
30 octobre – 3 novembre		InCLO + SOOI Île Maurice Thème : Le futur de l'ophtalmologie est déjà là ! Infos : dr.assouline@gmail.com	
		ATMO (association tunisienne de microchirurgie oculaire) En attente d'informations	
		STO (société tunisienne d'ophtalmologie) En attente d'informations https://stotunisie.com	
		SMO (société marocaine d'ophtalmologie) En attente d'informations https://smo.ma	



Congrès asiatiques

11-14 mai 2023		AIOC (All India Ophthalmological Society) Kochi, Inde Congrès généraliste, programme en attente https://aios.org/aioc2023.php	
8-10 juin 2023		APACRS (Asia Pacific Association of Cataract & Refractive Surgeons) Singapour, Malaisie Thème : NEXUS – Connecting Everyone and Everything https://apacrs2023.org	
6-9 octobre 2023		Japan Clinical Ophthalmology Tokyo, Japon Congrès généraliste, thème : Imagine the future https://www.congre.co.jp/77ringan/en/index.html	
2-3 décembre 2023		APTOS (Asia Pacific Tele-Ophthalmology Society) Pattaya, Thaïlande Thème : vision for all with digital health https://2023.asiateleophth.org	
22-25 février 2024		APAO (Asia Pacific Academy of Ophthalmology) Bali, Indonésie Congrès généraliste, thème encore inconnu https://2024.apaophth.org	
18-21 avril 2024		JOS (Japanese Ophthalmological Society) Tokyo, Japon Congrès généraliste, thème encore inconnu https://www.nichigan.or.jp/english/meetings.html	
Date inconnue (2024)		WOC (World Ophthalmology Congress) Lieu encore inconnu Congrès généraliste https://icowoc.org	



Congrès australiens

2-4 juin 2023		ASO Skills (Australian Society of Ophthalmologists) Sydney, Australie Congrès généraliste, "Lead. Engage. Inspire." https://www.asoeye.org/2023-aso-skills-expo	
20-23 octobre 2023		RANZCO (Royal Australian and New Zealand College of Ophthalmologists) Perth, Australie Congrès généraliste annuel https://www.ranzco2023.com	

La Revue annuelle de la Clinique de la Vision est réservée aux ophtalmologistes.
Elle est routée avec le numéro d'avril de *Réalités Ophtalmologiques*.
La reproduction totale ou partielle exige une autorisation de la société éditrice.

Une édition **PERFORMANCES MÉDICALES/Réalités Ophtalmologiques**

91, avenue de la République – 75540 Paris Cedex 11 – Tél. 01 47 00 67 14 – Fax: 01 47 00 69 99

E-mail: info@performances-medicales.com

Directeur de la publication: Dr R. Niddam • **Secrétariat de rédaction:** M. Meissel, M. Anglade • **Maquette:** M. Perazzi, D. Plaisance
Imprimerie: espaceGrafic Mutilva Baja – Espagne • Dépôt légal: 2^e trimestre 2023 • ISSN: 1242-0018

A NEW STAR IS BORN

BIENTÔT

ENTREZ DANS UNE NOUVELLE DIMENSION
AVEC UNE VISUALISATION 100% DIGITALE



IMAGERIE



ERGONOMIE



FLUX CHIRURGICAL



ENSEIGNEMENT
& ÉDUCATION

A NEW STAR IS BORN = UNE NOUVELLE ÉTOILE FAIT SON APPARITION

BAUSCH+LOMB
Mieux voir. Mieux vivre.

Plus d'informations sur :
www.visualisation.bausch.fr

